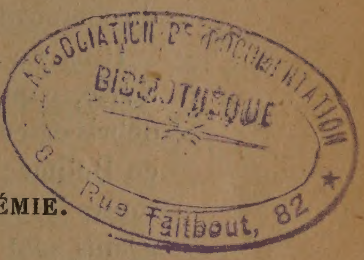
ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUIN 1935.

PRÉSIDENCE DE M. Pierre-Augustin DANGEARD.



MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion des fêtes de la Pentecôte, la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 12 au lieu du lundi 10 juin.

LITHOLOGIE. — *Constitution des phosphates sénoniens de Palestine et de Transjordanie.* Note de M. **Lucien Cayeux**.

L'existence des phosphates de chaux sénoniens est connue depuis longtemps dans les États du Levant sous mandat français et anglais, où elle a été observée pour la première fois par notre compatriote Lartet. M. Blanckenhorn les a étudiés à plusieurs reprises, et c'est par ses publications, remontant à 1896, 1902 et 1912, que la formation phosphatée a d'abord été définie. Dans ces dernières années, leur étude a été reprise par M. G. S. Blake, conseiller géologique du Gouvernement palestinien, et M. L. Picard, professeur à l'Université hébraïque de Jérusalem. Grâce à des matériaux que je dois à l'obligeance de M. Blake et de M. Dubertret, chef de la Section géologique à Beyrouth, il m'est possible d'en faire connaître les principales caractéristiques.

Les phosphates de Palestine et de Transjordanie sont apparentés à ceux de Syrie par un certain nombre de traits communs, mais ils en diffèrent beaucoup à plus d'un titre.

Du point de vue qualitatif les changements n'ont rien de fondamental. On y retrouve les mêmes éléments essentiels : grains phosphatés, indiffé-

renciés et indépendants des organismes, Foraminifères du groupe des Bulimes, ainsi qu'une gangue crayeuse, convertie ou non en calcite, presque toujours en l'absence de quartz dans les coupes minces. Les différences observées, celles-ci parfois très grandes, tiennent avant tout au degré de fréquence des matériaux phosphatés, à une imprégnation bitumineuse, développée à une échelle très variable, et, enfin, à des modifications de composition et de structure d'origine dynamique (Transjordanie).

Il existe des craies phosphatées typiques, toutes pareilles à celles de Syrie, composées de grains phosphatés prépondérants, accompagnés de débris osseux, maintenus en place par une gangue crayeuse très pure, riche en Bulimes (région de Jéricho), non phosphatée si peu que ce soit. Par toutes les transitions, ces craies passent à des phosphates dans lesquels les grains sont en minorité, et les Bulimes, clairsemées, rares ou absentes, en raison de la multiplication et, finalement, de l'abondance des restes de tissu osseux. Il en résulte la formation de microbrèches ossifères, non plus à l'état d'exceptions comme en Syrie, mais susceptibles de revêtir une très grande fréquence, tant en Palestine qu'en Transjordanie.

Le facies des fragments de tissu osseux, souvent réunis par centaines dans une seule et même coupe, est très particulier. Aux débris de forme quelconque et d'identification facile, par suite de leur microstructure caractéristique, s'ajoutent, en proportion variable, des éléments de forme allongée, grossièrement prismatiques, plus ou moins tronçonnés, parfois tellement nombreux que les phosphates en sont pétris. Quelques-uns seulement de ces matériaux prismatiques trahissent leur origine organique en lumière blanche. Il en est parmi eux qui ne la révèlent qu'entre les nicols croisés.

Tous réagissent sur la lumière polarisée à la façon de l'apatite avec production ou non d'ombres roulantes, selon que l'édifice cristallin est déformé ou non. Il en résulte que les microbrèches de ce groupe se signalent par une texture cristalline susceptible de prendre un grand développement et de se généraliser.

De constitution aberrante dans l'ensemble des phosphates sédimentaires, ces brèches sont loin d'être faciles à interpréter. A lui seul, le morcellement de leurs débris osseux, avec tendance à réaliser des formes prismatiques, est une énigme. Mais beaucoup plus importante est l'absence de microstructure caractéristique dans la très grande majorité des éléments. De toute nécessité, il faut choisir entre deux explications : 1° Cette microstructure existait dans la totalité des individus, et elle a été détruite. Les

deux catégories de types en présence n'étant jamais reliées par des stades intermédiaires, correspondant à des états de conservation différents, l'hypothèse est à rejeter. 2° Elle n'a jamais existé, lorsqu'elle manque, et le tissu osseux d'une foule de Vertébrés de l'époque était caractérisé par une structure indifférenciée, massive et non poreuse, dans tout ou partie des éléments du squelette. Si telle est la vérité, le fait est à retenir pour l'interprétation de matériaux à facies de débris osseux, dépourvus de canalicules et de corpuscules osseux, observés dans des terrains paléozoïques très anciens, qui n'ont jamais fourni la plus petite trace de Vertébrés, d'authenticité indiscutable.

L'imprégnation bitumineuse, qui peut être poussée très loin, affecte les grains phosphatés ainsi que les restes de Vertébrés, et nullement les Foraminifères et la gangue, particularité qui tend à prouver que la matière, dite bitumineuse, a été introduite dans le milieu par l'intermédiaire de ces matériaux et, partant, que l'imprégnation est antérieure à l'accumulation des éléments du dépôt. Il se peut qu'un tel enseignement soit par trop exclusif et qu'il y ait des exceptions. En ce qui concerne l'élaboration de cette matière et le mécanisme de l'imprégnation, tout fait supposer que la question relève d'un problème général et que la connaissance des phosphates nord-africains est nécessaire, pour en trouver la solution.

Les phénomènes mécaniques auxquels on rapporte les transformations profondes, subies par certains phosphates de Transjordanie, ont abouti à des roches qui ne rappellent en rien leur point de départ. Celui-ci est un phosphate composé de grains amorphes et de nombreux fragments de tissu osseux. Aussi longtemps que la morphologie première des éléments reste discernable, on observe des grains peu ou point déformés, convertis en agrégats de granules, composés de phosphate cristallin de très faible biréfringence et de débris de tissu osseux à microstructure conservée ou non, déformés et caractérisés par des extinctions très onduleuses. La métamorphose vient-elle à s'accentuer beaucoup, tous les matériaux s'allongent, s'étirent, se laminent et s'ordonnent parallèlement les uns aux autres, en se fondant en une masse homogène, à caractères optiques uniformes. Le terme ultime est une roche de coloration vert turquoise, qualifiée d'apatite, à texture schisteuse, qui ne révèle en rien son origine première.

Cette transformation radicale, mais purement accidentelle, n'empêche pas les phosphates de Transjordanie, et encore moins ceux de Palestine, de présenter les plus grandes affinités avec les phosphates de Syrie. A eux tous, ces phosphates constituent une province spéciale, distincte de la pro-

vince anglo-parisienne, correspondant au domaine de la craie blanche typique et des craies phosphatées à textulaires. Trois traits dominants la caractérisent : nature indifférenciée et amorphe des grains phosphatés, fréquence des restes de tissu osseux, au point que le type microbrèche ossifère est très répandu, et rôle nul des Foraminifères dans la fixation du phosphate de chaux. Ces phosphates n'en sont pas moins, comme ceux de nos craies phosphatées, des produits épigéniques du carbonate de chaux, réserve faite, bien entendu, pour tous les matériaux se réclamant du tissu osseux.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur les Céphalopodes planctoniques de l'Océan Atlantique (croisières du* Dana, 1921-1922). Note de M. **Louis Joubin**.

La collection des Céphalopodes récoltés dans l'Océan Atlantique (en 1921-1922) par le regretté professeur J. Schmidt est, de beaucoup, la plus considérable qui ait jamais été rassemblée. J'estime à plus de 30000 le nombre d'échantillons que j'ai pu examiner. Ces Céphalopodes, qui sont exclusivement des espèces planctoniques, proviennent de deux croisières : l'une accomplie dans une direction NO-SW entre Copenhague et le Brésil, l'autre suivant une ligne S-N joignant le Cap à Copenhague. Les captures ont eu lieu surtout dans les eaux éclairées, entre 100 et 500^m de profondeur et l'on ne compte qu'un petit nombre de pêches effectuées entre 1000 et 3000^m.

L'étude de ces Céphalopodes m'a conduit à formuler les conclusions suivantes :

1° Les individus adultes sont rares; pour certaines espèces, il n'en a été pris aucun. Ce sont les larves et les jeunes qui forment la presque totalité des captures. On peut penser que les adultes vivent à une grande profondeur ou que ceux habitant la surface sont assez bons nageurs pour échapper aux engins.

2° Les larves pullulent dans les eaux éclairées, riches en microplancton, de 50 à 150^m de profondeur. Beaucoup, très petites, sont manifestement nées depuis peu de temps et il est probable que leurs parents, habitant normalement les eaux profondes, sont venus pondre dans les eaux superficielles pour regagner ensuite les couches abyssales.

3° En établissant la courbe de fréquence des larves d'une espèce, on constate qu'elles sont en nombre maximum vers 100^m; elles diminuent ensuite rapidement et disparaissent vers 200^m.

4° Certaines espèces ont été capturées en des points très éloignés les uns des autres montrant ainsi qu'elles possèdent une aire de dispersion très vaste.

5° Parmi les Céphalopodes dibranchiaux une famille, celle des *Cranchiadæ* a toujours été considérée comme constituée par des animaux rares. Or les croisières du *Dana* ont montré que ces Céphalopodes sont extrêmement communs. Les jeunes pullulent dans les eaux éclairées de toutes les mers; ce sont des animaux très prolifiques qui doivent, en arrivant à l'état adulte, plonger dans les eaux profondes d'où ils ne remontent que pour pondre et mourir aussitôt après.

6° D'une manière générale on peut remarquer, dans l'ensemble des Céphalopodes planctoniques, deux types de larves à évolution très différente. Les unes éclosent avec la forme qu'elles conserveront pendant toute leur existence, n'ayant qu'à compléter certains de leurs organes larvaires. Les autres, au contraire, naissent sous une forme complètement différente et subissent de véritables métamorphoses. Les deux familles les plus caractéristiques sous ce rapport sont les *Chiroteuthidæ* et les *Cranchiadæ*. Il en résulte que beaucoup d'auteurs, n'ayant pu étudier que des individus isolés, ont établi des espèces et même des genres pour un même animal. J'ai pu constituer des séries et montrer que beaucoup de ces genres et de ces espèces ne sont que des états successifs d'une seule espèce revêtant des aspects extrêmement différents.

7° De tout ce qui précède, il résulte que les Céphalopodes planctoniques sont, non pas des animaux rares, comme on était en droit de le penser, mais au contraire des animaux abondants, très prolifiques, dont les larves peuplent en foule les eaux éclairées de l'Océan Atlantique.

CHIRURGIE. — *Utilisation d'un segment de moelle comme greffon hétéroplastique de nerfs périphériques*. Note (¹) de MM. **Antonin Gosset** et **Ivan Bertrand**.

Dans le traitement, chez l'homme, des sections nerveuses périphériques par hétérogreffe, on peut employer le nerf de veau fixé à l'alcool (méthode de Nageotte) ou le nerf frais prélevé sur un chien (méthode de A. Gosset), cette dernière méthode étant aujourd'hui la plus utilisée.

(¹) Séance du 27 mai 1935.

Il est admis que le développement excessif du tissu conjonctif est un des principaux obstacles à la perméabilité de la greffe. Nageotte lui-même insiste sur ce fait [1] : « Plus la substance collagène contenue dans le greffon est abondante et plus la cicatrice sera fibreuse. Le greffon doit être aussi pauvre que possible en substance collagène. »

Frappés par ces conclusions, nous avons pensé que du parenchyme nerveux *central*, tel qu'un segment de moelle, parenchyme ne renfermant dans tous les cas qu'une très faible proportion de tissu collagène réduit aux méninges et aux vaisseaux, pouvait être utilisé comme greffon hétéroplastique avec quelque chance de réussite.

Un grand obstacle à l'emploi d'un tronçon médullaire est sa friabilité extrême, que la greffe soit morte ou vive. Cependant, en utilisant simultanément la dure-mère spinale, les points de suture ont une bonne prise sur cette enveloppe fibreuse, à condition de recourir à un animal adulte et de ne pas conserver le greffon trop longtemps dans le fixateur.

Jusqu'ici, tout au moins à notre connaissance, une telle tentative n'avait pas été faite. Les premiers essais nous ont donné un succès si net que nous désirons les présenter sans tarder.

L'animal d'expérience est un jeune chien de 20^{kg} environ. Les greffons utilisés sont des tronçons de moelle de lapin conservés depuis quelques jours dans l'alcool à 90°. La dure-mère spinale a été enlevée et sectionnée en même temps que la moelle.

Première greffe. — Le 19 mars 1935, on intervient sur le membre inférieur *gauche*. Le chien est anesthésié à l'éther, avec une canule intratrachéale. Incision à la partie moyenne de la cuisse. On sectionne le sciatique poplité interne immédiatement au-dessous de son origine. Un greffon de 8^{mm} est prélevé sur une moelle de lapin jeune conservée depuis trois jours dans l'alcool. Le greffon médullaire est mis en place et suturé aux bouts proximal et distal du sciatique, à l'aide de points de soie portant sur le névrilemne et la gaîne dure-mérienne.

Le lendemain de l'opération, paralysie complète, l'animal ne peut détacher le talon du sol. Disparition du réflexe achilléen.

Deuxième greffe. — Le 26 mars 1935, une intervention analogue à la précédente est pratiquée sur le côté *droit*.

Incision basse sur la face postérieure de la cuisse droite. On libère le sciatique poplité interne entouré d'arcades vasculaires qu'on lie. Le nerf

(1) *C. R. Soc. Biol.*, 80, 8 déc. 1917, p. 925-933.

est sectionné peu après son origine. Un greffon long de trois centimètres est prélevé sur une moelle de lapin fixée depuis 10 jours dans l'alcool. La mise en place et la suture n'offrent aucune difficulté.

Le lendemain, paralysie complète du sciatique poplité interne. Les talons de l'animal reposent entièrement sur le sol et ne peuvent en être détachés. La marche est difficile; l'animal ne peut ni sauter, ni se dresser sur son arrière-train.

Récupération fonctionnelle. — Au début de mai 1935, *six semaines* environ après la dernière intervention, l'amélioration fonctionnelle est maniteste. Le chien en marchant détache les talons du sol, mieux à gauche. Parfois il glisse, en écartant les pattes postérieures. L'animal peut se dresser sur ses pattes de derrière sans aucun soutien et même sauter. L'atrophie musculaire est modérée. La sensibilité à la piqûre est normale. Les réflexes achilléens sont toujours abolis.

Un *examen électrique* est pratiqué le 8 mai 1935 par le Dr Pierre Mathieu dans le service d'électrothérapie du Dr Bourguignon, à la Salpétrière :

a. Le nerf sciatique poplité interne reste excitable de chaque côté et les réponses des muscles qu'il innerve sont vives. Il ne s'agit donc pas de diffusion.

b. Les muscles innervés par les sciatiques poplités internes présentent une lenteur de contraction légère, mais nette, par excitation longitudinale.

Cette lenteur est plus nette à droite

Donc : nerfs sciatiques poplités internes excitables. Coexistence d'éléments lents et d'éléments vifs au niveau des muscles innervés par les sciatiques poplités internes (RD partielle classique).

Étude histologique. — Dans le but de vérifier histologiquement la regénération nerveuse et d'éliminer sans discussion possible toute idée de suppléance neuro-musculaire, on réintervient le 14 mai 1935 sur le côté gauche.

Le niveau de la greffe est identifié grâce à un léger renflement ovoïde du nerf. On résèque cette greffe avec les segments immédiatement sus et sous-jacents du sciatique poplité interne. La pièce réséquée mesure environ 15mm de longueur, elle est débarrassée du tissu cellulo-graisseux qui l'entoure et fixée dans l'alcool ammoniacal. On pratique ensuite une imprégnation neurofibrillaire suivant la technique à l'argent réduit de Ramon y Cajal. Après inclusion à la paraffine, la pièce est débitée en coupes longitudinales sériées de 5µ d'épaisseur. L'imprégnation est partout correcte, malgré le volume du fragment.

Le bout supérieur du nerf ne montre aucune lésion appréciable, aucune

névrite rétrograde. Tout le greffon médullaire est admirablement neurotisé, ainsi que la méninge molle qui l'accompagne. On parvient çà et là à identifier quelques blocs argentaphiles correspondant à des cellules neuroganglionnaires ratatinées et en voie de dégénérescence manifeste. Les fils de soie traversant le greffon sont contournés par des neurites néoformés, en arcades élégantes. Enfin le bout inférieur du sciatique renferme une énorme quantité de cylindraxes généralement groupés en minces fascicules. Nulle part, trace de réaction inflammatoire.

La démonstration histologique de la régénération nerveuse, et de la perméation de la greffe, vient donc confirmer les constatations électriques et la restitution fonctionnelle évidente.

On conçoit l'intérêt d'une telle réussite. L'efficacité d'un greffon hétéroplastique, de nature centrale et particulièrement médullaire, se trouve ainsi démontrée. Nous espérons tenter l'application, chez l'homme, de cette nouvelle sorte de greffon.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques propriétés extrémales des intégrales successives.* Note de M. **Serge Bernstein.**

M. H. Bohr (1) donne (sans démonstration) une proposition équivalente à la suivante :

Si la fonction $f(x)$ satisfait aux conditions

$$(1) \qquad \int_0^{2\pi} f(x)\,dx = 0, \qquad f(2\pi) = f(0)$$

et $|f'(x)| \leqq 1$ *pour* $0 \leqq x \leqq 2\pi$, *on a, dans le même intervalle,* $|f(x)| \leqq \pi/2$.

Nous allons généraliser cette proposition en supposant que

$$(2) \qquad \int_0^{2\pi} f(x)\,dx = 0, \qquad f^{(k)}(2\pi) = f^{(k)}(0) \qquad (k = 0, 1, \ldots, n-1)$$

et $|f^{(n)}(x)| \leqq 1$.

Considérons d'abord le cas où $n = 2s + 1$ est impair.

On a alors

$$(3) \qquad f(x) = \frac{(-1)^s}{\pi} \int_0^{2\pi} f^{(n)}(\alpha) \sum_1^{\infty} \frac{\sin k(\alpha - x)}{k^n}\,d\alpha.$$

(1) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1276.

Donc la fonction

$$f_{x_0}(x) = \frac{(-1)^s}{\pi}\left[\int_{x_0}^{\pi+x_0}\sum_1^\infty \frac{\sin k(\alpha-x)}{k^n}\,d\alpha - \int_{\pi+x_0}^{2\pi+x_0}\sum \frac{\sin k(\alpha-x)}{k^n}\,d\alpha\right]$$

$$= (-1)^s\frac{2}{\pi}\int_{x_0}^{\pi+x_0}\sum_1^\infty \frac{\sin(2h+1)(\alpha-x)}{(2h+1)^n}\,d\alpha = (-1)^s\frac{4}{\pi}\sum_1^\infty \frac{\cos(2h+1)(x-x_0)}{(2h+1)^{n+1}}$$

est la fonction qui donne le module maximum cherché

$$(4)\qquad M_{2s+1} = \frac{4}{\pi}\sum_1^\infty \frac{1}{(2h+1)^{2s+2}} = \frac{2^{n+1}-2}{(n+1)!}\pi^n |B_{n+1}|$$

(où B_{2k} sont les nombres de Bernoulli), réalisé pour $x = x_0$ puisque $f_{x_0}^{(n)}(x) = \pm 1$ dans les intervalles correspondants rend maxima l'intégrale (3). Ainsi, $M_1 = \pi/2$, $M_3 = \pi^3/24$, $M_5 = \pi^5/240$ et M_{2s+1} *tend en décroissant vers* $4/\pi$, lorsque $s \to \infty$.

Observons que, pour $0 \leq x \leq \pi$, on a $(n = 2s+1)$

$$(5)\qquad f_0(x) = F_{2s+1}(x) = \frac{x^n}{n!} - \frac{M_1}{(n-1)!}x^{n-1} + \frac{M_3}{(n-3)!}x^{n-3} + \ldots + (-1)^{s+1}M_{2s+1},$$

car les dérivées d'ordre pair de $f_0(x)$ réalisent également le maximum correspondant pour $x = 0$.

Il importe de rappeler ([1]) ici une autre des propriétés extrémales qui caractérisent la fonction $F_{2s+1}(x)$ [et $F_{2s+1}(\pi/2 - x)$] et sa dérivée

$$(6)\qquad F_{2s}(x) = F'_{2s+1}(x) = \frac{x^{2s}}{2s!} - \frac{M_1 x^{2s-1}}{(2s-1)!} + \frac{M_3 x^{2s-3}}{(2s-3)!} - \ldots + (-1)^s M_{2s-1}x$$

sur le segment $(0, \pi/2)$. *Le polynome* $F_n(x)$ *s'écarte le plus de zéro dans l'intervalle* $(0, \pi/2)$ *parmi les fonctions* $f(x)$ *dont la dérivée d'ordre* n *ne dépasse pas* 1 *en valeur absolue et qui s'annulent au moins une fois dans cet intervalle ainsi que leurs dérivées des* $(n-1)$ *premiers ordres. Cet écart maximum* $L_n = M_n$, *lorsque* $n = 2s+1$ *est impair, et*

$$L_n = \left|F_n\left(\frac{\pi}{2}\right)\right| = \frac{|E_{2s}|}{2s!}\left(\frac{\pi}{2}\right)^{2s}$$

(où E_{2s} sont les nombres d'Euler), *si* $n = 2s$ *est pair*. On a

$$\lim_{n=\infty} L_n = \frac{4}{\pi} \qquad \text{et} \qquad \frac{\pi}{2} = L_1 > L_3 > \ldots > \frac{4}{\pi} > \ldots > L_4 > L_2 > \frac{\pi^2}{8}.$$

([1]) *Congrès international des Mathématiciens*, Bologne, 1928, p. 274.

Cependant, lorsque $n=2s$, les polynomes $F_{2s}(x)$ ne fournissent plus immédiatement la solution du problème posé au début.

Actuellement, pour $n=2s$, la formule (3) se trouve remplacée par

$$(7) \qquad f(x)=\frac{(-1)^s}{\pi}\int_0^{2\pi} f^{(n)}(\alpha)\sum_1^\infty \frac{\cos k(\alpha-x)}{k^n}\,d\alpha.$$

En désignant par $\theta<\pi/2$ la racine de l'équation

$$\sum_1^\infty \frac{\cos k\alpha}{k^n}=0,$$

on voit, à cause de la condition $f^{(n-1)}(2\pi)=f^{(n-1)}(0)$, que le maximum (pour $x=0$) sera réalisé si l'on pose

$$f^{(n)}(\alpha)=f^{(n)}(2\pi-\alpha)=1 \qquad \text{pour } 0<\alpha<\theta,$$
$$f^{(n)}(\alpha)=f^{(n)}(2\pi-\alpha)=-1 \qquad \text{pour } \pi-\theta<\alpha<\pi$$

et

$$f^{(n)}(\alpha)=f^{(n)}(2\pi-\alpha)=0 \qquad \text{pour } \theta<\alpha<\pi-\theta.$$

Ainsi, la fonction extrémale cherchée sera

$$(8) \qquad f_0(x)=(-1)^s\frac{2}{\pi}\sum_1^\infty \frac{\sin(2h+1)(\theta+x)+\sin(2h+1)(\theta-x)}{(2h+1)^{n+1}}.$$

et le maximum

$$M_{2s}=|F_{2s}(\theta)|=\frac{4}{\pi}\sum_1^\infty \frac{\sin(2h+1)\theta}{(2h+1)^{2s+1}}<L_{2s}=\frac{|E_{2s}|}{2s!}\left(\frac{\pi}{2}\right)^{2s}.$$

D'ailleurs, $(\theta/\pi)^2$ satisfait à une équation algébrique de degré s à coefficients rationnels facile à former. Ainsi, on a

$$M_2=\frac{\pi^2}{6}(\sqrt{3}-1), \qquad M_4=\frac{\pi^4}{45}\left[1-\left(1-\sqrt{1-\frac{4}{\sqrt{30}}}\right)\left(\frac{4\sqrt{30}-15}{8}\right)\right]$$

et, en général, lorsque $s\to\infty$, M_{2s} tend en croissant vers la limite commune $4/\pi$ de M_n et L_n.

THERMODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la courbure du diamètre des densités.* Note de M. ÉMILE MATHIAS.

1. Il y a intérêt à connaître, en chaque point s'il se peut, la courbure, appréciable bien que faible, du diamètre des densités. La courbure $C=1/R$

du diamètre $y = D_0 + \alpha t + \beta t^2 + \gamma t^3$, où t est la température centigrade, est donnée, après suppression des termes négligeables, par

$$C = \frac{1}{R} = \frac{\frac{d^2 y}{dt}}{\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}} = 2\beta + 6\gamma t,$$

formule qui ne contient que les coefficients β et γ des termes qui complètent la partie rectiligne du diamètre, et par suite introduisent la courbure (positive quand le diamètre est convexe vers l'axe des abscisses, négative dans le cas de la concavité).

On voit que *la courbure varie proportionnellement à la température*. Il y a deux catégories de diamètres (ou de corps) : la première ($\gamma > 0$) dont la courbure augmente *algébriquement* quand t croît; la seconde ($\gamma < 0$) dont la courbure diminue *algébriquement* dans les mêmes conditions.

Le *point d'inflexion* du diamètre ($C = 0$, $R = \infty$), donné par $t_i = -\beta/3\gamma$ peut-être situé au-dessus du point critique (*domaine gazeux*, alcool éthylique), ou dans le *domaine solide* (alcool propylique et CO), ou dans le *domaine liquide* (alcool méthylique). Dans les deux premiers cas, C garde toujours le même signe; dans le troisième cas, il y a changement de signe quand t traverse le *point d'inflexion*.

Les quatre corps étudiés figurent dans les deux tableaux suivants :

Corps.	Nos.	$\beta.10^9$.	$\gamma.10^{12}$.	t_i.	t_c.
Alcool méthylique	1	+133	−2375,6	+ 18°,6	+240°,0
» éthylique	2	−594	+ 65,1	+2970	+243,1
» propylique	3	−375	− 553,3	− 226	+263,7
Oxyde de carbone	4	−700	+7000	T_i = 33,3	T_c = 132,88

t.	C.10⁹. 1.	C.10⁹. 2.	C.10⁹. 3.	R.10⁻⁵. 1.	R.10⁻⁵. 2.	R.10⁻⁵. 3.
t_c	−3155	−1093	−1625	− 3,2	−9,15	− 6,15
+200°	−2585	−1109	−1414	− 3,9	−9,0	− 7,1
150	−1872	−1129	−1248	− 5,3	−8,85	− 8,0
100	−1160	−1149	−1082	− 8,6	−8,7	− 9,2
50	− 447	−1168	− 916	−22,4	−8,6	−10,9
0	+ 266	−1188	− 760	+37,6	−8,4	−13,3
	2e catégorie.	1re catégorie.	2e catégorie.			

T.	C.10⁹. 4.	R.10⁻⁵. 4.
T_c	+4181	+2,4
120°	+3640	+2,7
110	+3220	+3,1
100	+2800	+3,6
90	+2380	+4,2
80	+1960	+5,1
70	+1540	+6,5
	1re catégorie.	

2. Dans des cas beaucoup plus nombreux, l'équation du diamètre est du

deuxième degré ($\gamma = 0$). On n'a plus qu'une valeur moyenne de C et de R.

Les mesures de S. Young donnent :

Corps.	$C=1/R=2\beta.10^9$.	$R.10^{-5}$.	Poids moléculaire.	$C/M.10^9$.
CCl^4	+294	+ 34	153,45	+1,93
$SnCl^4$	+195,4	+ 51	259,3	+0,75
Éther	− 95	−105	73,84	−1,29
Acide acétique	−238,2	− 42	59,86	−3,97
C^6H^5F	+ 58,6	+171	95,8	+0,61
C^6H^5Cl	−101,8	− 98	112,2	−0,91
C^6H^5Br	−145	− 69	156,6	−0,93
C^6H^5I	−103,8	− 96	203,4	−0,51
C^6H^6	+138,6	+ 72	77,84	+1,78
$(CH^2)^6$	+158,2	+ 63	84	+1,88
Isopentane	+ 92,6	+103	72	+1,29
Di-isopropyle	+ 82,6	+121	86	+0,96
Di-isobutyle	−112,4	− 84	114	−1,04
Heptane normal	−124,2	− 80,5	100	−1,24
Octane normal	−209,2	− 48	114	−1,84
Butyrate de méthyle	−181,2	− 55	102	−1,78
Isobutyrate de méthyle	−137,8	− 72,5	102	−1,35
Propionate de méthyle	−145,8	− 69	88	−1,66
Propionate d'éthyle	−156,8	− 64	102	−1,54
Acétate de méthyle	−293,4	− 34	74	−3,97
Acétate d'éthyle	−152,8	− 65	88	−1,73
Acétate de propyle	−224,8	− 44	102	−2,20
Formiate de méthyle	−133,0	− 75	60	−2,22
Formiate d'éthyle	−132,3	− 72	74	−2,12
Formiate de propyle	− 91,8	−109	88	−1,04

Les mesures de Leyde, d'autre part, nous ont donné :

Corps.	$C=1/R=2\beta.10^9$.	$R.10^{-5}$.	Poids moléculaire.	$C/M.10^9$.
Azote	+9330	+ 1,07	28	+333
Argon	− 744	− 6,7	40	− 18,5
Oxygène	+1525	+ 3,25	32	+ 47,7
Hydrogène	− 4,96	−2020	2	− 2,48

3. *Quelques remarques.* — *a.* L'azote, l'oxyde de carbone et l'oxygène ont des rayons de courbure du même ordre de grandeur, plus petits que ceux des trois alcools de S. Young, mais leur courbure est positive, *ces trois corps faisant exception aux deux règles édictées par le savant anglais.*

b. Les trois alcools à part, les rayons de courbure de tous les corps

étudiés par S. Young, *quel que soit leur signe*, sont d'un ordre de grandeur dix fois plus grand que ceux de Az^2, Ar, O^2.

c. Le pentane normal et l'hexane normal mis à part à cause de leur diamètre considéré par S. Young comme rigoureusement rectiligne, le rayon de courbure de l'hydrogène est le plus grand de tous ceux dont la courbure soit appréciable.

d. Dans les groupes naturels des corps organiques, la courbure demeure en général du même ordre de grandeur et varie dans le même sens que le poids moléculaire sans que le rapport C/M demeure rigoureusement constant.

e. L'acétate de méthyle et le formiate de propyle font exception à la loi de continuité, la courbure étant, en valeur absolue, beaucoup trop grande pour le premier et beaucoup trop petite pour le second, pour des raisons inconnues.

f. Les règles édictées par S. Young pour le signe de la courbure du diamètre contiennent une large part de vérité; mais leur étude est à reprendre, tant à cause des exceptions signalées ici qu'à cause du diamètre rectiligne de l'hexane normal, qui fait lui-même exception à la première règle de S. Young plus particulièrement.

ASTROPHYSIQUE. — *Les raies rouges de l'oxygène dans le spectre du ciel nocturne*. Note [1] de M. **Jean Cabannes**.

I. J'ai déjà décrit [2] les radiations émises par le ciel nocturne, en mai 1934, dans l'intervalle spectral 5500-6700 Å. La raie 5577 mise à part, on observait un spectre de bandes. La faible intensité de la plupart de ces bandes et la faible dispersion du spectrographe rendent difficiles l'observation et l'analyse du spectre. J'y ai cependant reconnu certaines bandes du premier système positif de l'azote et probablement aussi, comme l'avait déjà remarqué Sommer, les bandes telluriques de l'oxygène et de la vapeur d'eau. Mais les raies rouges du triplet de l'atome d'oxygène $^1S_0 \rightarrow {}^3P_{0,1,2}$ n'apparaissent pas nettement; il n'y a pas trace des composantes faibles

---

[1] Séance du 27 mai 1935.

[2] J. Cabannes et J. Dufay, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 306 et 2132; **199**, 1934, p. 909; **200**, 1935, p. 878 et 1504.

6391 et 6364; quant à la composante la plus intense 6300, elle se distingue mal d'une bande plus large dont le maximum est voisin de 6314 Å.

II. J'ai repris cette étude en avril 1935 et j'ai obtenu, dans la nuit du 5 au 6 avril, avec une pose de 8 heures 30 minutes, un spectre où la principale composante du triplet rouge de OI a pris une intensité remarquable. J'ai pu mesurer avec assez de précision sa longueur d'onde et j'ai trouvé 6301,4 ± 0,6 Å. La deuxième composante du doublet apparaît plus faiblement en 6361,7 Å (détermination moins précise); la troisième n'est pas visible. La figure 1 est une reproduction (agrandie 17,2 fois) du cliché original; quelques raies de comparaison, dans le bas de la figure, permettent au lecteur de situer les raies du ciel. Résultat remarquable : dans ce spectre, obtenu sur plaque hypersensitive Ilford *la raie rouge* 6300 *est plus intense que la raie verte* 5577.

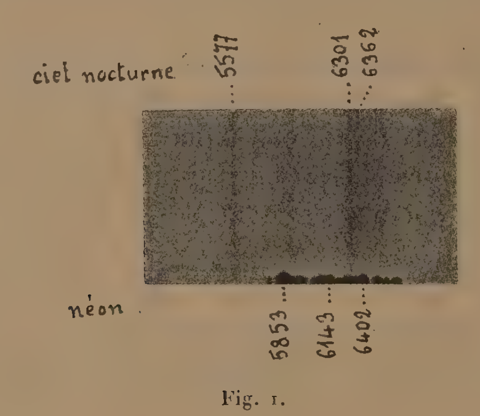


Fig. 1.

III. Sur le cliché d'avril 1935, où prédominent les raies verte et rouges de l'atome d'oxygène, on retrouve cependant quelques-unes des bandes primitivement observées; elles sont visibles aussi bien sur le cliché original que sur la courbe du microphotomètre (*fig.* 2). La plus intense est la bande 5900, plus large et plus floue que les raies de OI; elle s'étend de 5888 à 5914 Å. J'ai mesuré sur le cliché original deux composantes de cette bande vers 5888 ou 5907. On observe ensuite une émission assez intense (et très visible sur la figure 1) de 6230 à 6550 Å; l'intensité globale de cette suite de bandes est peut-être supérieure à celle de la raie 6300. Au total on distingue une dizaine de bandes dont on peut mesurer approximativement la longueur d'onde aussi bien sur une reproduction agrandie et contrastée du cliché original que sur la courbe photométrique. Voici les longueurs d'onde avec un numérotage des intensités :

5610	5680	5735	5888	6001	6124	6230	6425	6536	6684
1	1	0	10	2	2	3	3	5	2

Quelques-uns de ces nombres diffèrent assez sensiblement des déterminations antérieures et c'est inévitable, car l'on mesure des impressions faibles et floues sur des clichés photographiques dont les grains d'argent sont relativement gros; cependant on reconnaît facilement dans ce tableau les bandes déjà observées par Sommer et par moi-même.

IV. L'analyse spectrale montre que, dans la couche luminescente de la haute atmosphère (trouvée par Dufay et moi entre 200^{km} et 300^{km}), l'azote est à l'état moléculaire; l'oxygène, à l'état atomique. Une pluie d'électrons dont l'énergie ne paraît pas dépasser 7,1 volts excite les molécules d'azote

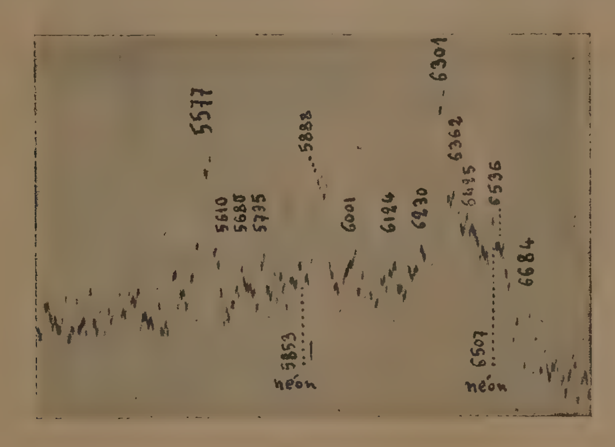


Fig. 2.

(qui passent au niveau métastable A avec un quantum v voisin de 2 ou 3) et dissocie les molécules d'oxygène. Une fois séparés, les atomes d'oxygène ont peu de chances de se recombiner, et la pluie d'électrons va les porter au niveau métastable ^1S. Le nombre des particules métastables reste d'ailleurs faible par rapport au nombre des molécules normales d'azote et des atomes normaux d'oxygène. En effet une excitation électronique de ces états métastables doit faire apparaître des bandes de l'azote et des raies de l'oxygène, qu'on n'observe pas dans le ciel. On peut donc admettre que le nombre des particules $N^2(A)$ et $O(^1S)$ formées par seconde, c'est-à-dire aussi le nombre des particules qui se détruisent en émettant respectivement les bandes de Végard-Kaplan et la raie verte 5577, est proportionnel au nombre des molécules d'azote et des atomes d'oxygène contenus dans l'air. Or il semble résulter de mesures photométriques que l'ensemble des bandes

de Végard-Kaplan est en moyenne *quatre* fois plus intense que la raie verte, ce qui donne *trois* fois plus de molécules normales d'azote que d'atomes normaux d'oxygène : les deux tiers de l'oxygène de la couche luminescente seraient donc à l'état atomique (¹).

On peut expliquer les variations d'intensité de la raie rouge 6300 par un nombre plus ou moins grand d'électrons de faible énergie (entre 1,96 et 4,18 volts) qui ne peuvent porter l'atome d'oxygène qu'au niveau ^1D.

Ainsi un premier mode de luminescence accompagne le retour à l'état normal des particules métastables. Un autre mode de luminescence résulte de chocs entre particules qui peuvent échanger de l'énergie. C'est probablement par choc d'une molécule d'azote A_2 ou A_3 contre un atome métastable d'oxygène et surtout contre une molécule d'azote X_{14} (cette dernière résultant de la transformation $A \rightarrow X_{14}$ avec émission d'une bande de Végard-Kaplan) que sont excitées certaines bandes particulières du premier système positif de l'azote.

BOTANIQUE. — *Sur la végétation du Sahara occidental.* Note (²) de MM. René Maire et Ernest Wilczek.

Nous avons pu récemment étudier la végétation du Sahara occidental entre Foum-el-Hassan et Tindouf, d'une part, et entre les embouchures des Oueds Drâa et Noun d'autre part. Nos observations, complétées par des renseignements que nous ont donnés plusieurs officiers des troupes sahariennes et l'étude de récoltes botaniques faites par eux, nous permettent aujourd'hui d'esquisser les grands traits de la végétation du Sahara occidental au nord de la zone sahélienne, dans la partie correspondant en lati-

---

(¹) Contrairement à l'opinion que j'avais émise précédemment, il est peu probable que l'ozone joue un rôle important dans la luminescence de la haute atmosphère; nous avons d'ailleurs constaté, Dufay et moi, que la variation annuelle de la luminescence du ciel et celle de la quantité d'ozone ne suivaient pas une marche parallèle.

Je suppose ici — hypothèse assez grossière — que la probabilité d'excitation des molécules d'azote et des atomes d'oxygène ne dépend que de la probabilité d'un choc avec un électron. Je suppose d'autre part que le retour à l'état normal de l'atome ^1S se fait avec émission de la raie verte; or il peut y avoir aussi retour direct avec émission du triplet ultraviolet $^1S \rightarrow {}^3P$.

(²) Séance du 17 mai 1935.

tude au Sahara central (pays des Touareg). Ce Sahara occidental peut être divisé en deux provinces florales :

1° le Sahara atlantique, qui s'étend sur les côtes de l'Océan Atlantique dans le Rio del Oro et la partie méridionale du Maroc jusqu'au nord de l'embouchure de l'Oued Drâa sur une profondeur variable, atteignant et dépassant 40^{km} sur certains points ;

2° le Sahara subatlantique, qui s'étend à l'intérieur du précédent jusqu'à une grande distance de la côte, passant peu à peu au Sahara central.

Le Sahara atlantique a une végétation très peu saharienne, en rapport avec son climat très particulier. Bien que les pluies y soient très rares, la végétation, favorisée par des brouillards très fréquents et les condensations occultes que permet un état hygrométrique souvent élevé, est abondante et diffuse. Elle est constituée surtout par une steppe à arbrisseaux et sous-arbrisseaux mêlés de plantes succulentes. Parmi les premiers les plus abondants sont *Haloxylon tamariscifolium* (L) Pau, *Teucrium Chardonianum* n. sp., *Lycium intricatum* Boiss., *Gymnocarpus decander* Forsk., parmi les seconds : *Frankenia corymbosa* Desf., parmi les troisièmes : *Euphorbia Echinus* Coss. et Hook. et *Senecio Anteuphorbium* L. Un des caractères les plus remarquables de cette végétation est l'abondance des Lichens. Les arbrisseaux sont couverts de Lichens crustacés et même fruticuleux, et le sol, tout autour d'eux, est couvert de Lichens fruticuleux (*Ramalina* sp.) de grande taille. La localisation de ces Lichens en couronne autour des petits buissons montre bien le rôle de condenseur joué par ceux-ci ; cette couronne manque autour des *Euphorbia Echinus* à grosses tiges serrées et non ramifiées. Les sols ameublis se couvrent aussi de Lichens en l'absence de buissons, comme nous avons pu le constater sur un terrain d'aviation que l'on avait débarrassé de sa végétation. Ce type de végétation s'étend, d'après nos renseignements, au moins jusqu'à Villa Cisneros et peut-être plus au Sud. Il y a, en effet, des analogies floristiques considérables entre Port-Étienne et la côte au nord du Drâa; on trouve, entre autres plantes communes à ces deux localités, le *Leurocline Chazaliei* (Boissieu) Bonnet, décrit de la première.

Le Sahara subatlantique a une atmosphère beaucoup plus sèche et sa végétation est nettement saharienne. On n'y trouve plus ni plantes succulentes ni Lichens; la Flore est celle du Sahara central, avec quelques espèces du Sahara septentrional et surtout des endémiques du Sahara

occidental. Dans les moindres dépressions se montre la savane désertique à *Acacia Raddiana* et *Panicum turgidum* (1). Mais alors que dans le Sahara central la végétation permanente n'existe que dans les lits d'oueds et les nappes d'épandage, elle ne manque nulle part dans le Sahara subatlantique. Sur les regs les plus désolés au Sud du Drâa nous avons trouvé au moins quelques touffes de *Salsola tetrandra* Forsk. Le reg qui couvre le plateau de Tindouf est parsemé de coussinets d'*Anabasis aretioides* Coss. Ce Sahara subatlantique est donc un Sahara atténué, dans lequel se laisse encore reconnaître l'influence bienfaisante de l'Océan. Cette influence est attestée encore par la pénétration de l'Arganier [*Argania spinosa* (L) Skeels] jusqu'à une latitude très basse. Nous avons en effet trouvé cet arbre jusque sur la crête de la Hammada du Drâa et dans la partie supérieure des oueds qui descendent de cette crête vers Tindouf, et nous savons, par renseignements indigènes, qu'il existe, à l'état sporadique, dans quelques affluents de la rive droite de la Seguiet-el-Ahmra, dont l'un porte même le nom de l'Oued Argan.

M. **Lucien Cayeux** fait hommage à l'Académie, de la part de la Fondation Singer-Polignac du Collège de France et en son nom personnel, d'un volume intitulé *Les roches sédimentaires de France. Roches carbonatées* (*Calcaires et Dolomies*), 1935, IV-463 pages et 26 planches hors texte.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie Roumaine** adresse l'expression de ses sentiments de condoléance à l'occasion du décès de M. *Louis Joubin*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Institut international de Chimie Solvay. Cinquième Conseil de Chimie, tenu à l'Université de Bruxelles du 3 au 8 octobre 1934, *Rapports et discussions relatifs à l'Oxygène, ses réactions chimiques et biologiques*.

2° *General Catalogue of Stellar Parallaxes*, by Frank Schlesinger with the Collaboration of Louise F. Jenkins.

---

(1) Maire, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1680-1682 et *C. R. Ac. Sciences coloniales*, 12, 1928-1929, p. 206.

M. **Étienne Rabaud** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, par le décès de M. *Louis Joubin*.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur les variétés réglées d'ordre supérieur.* Note de M. **Husni Hamid**, présentée par M. Maurice d'Ocagne.

L'étude des variétés réglées de l'espace euclidien à $n+1$ dimensions peut se faire en utilisant la théorie des vecteurs ou le calcul de Ricci [1]. Dans ce qui suit, on a utilisé le calcul différentiel ordinaire afin que l'exposé soit plus intuitif.

I. Soient $x_i = \xi_i(u_1, u_2, \ldots, u_p) + w\lambda_i(u_1, u_2, \ldots, u_p)$; $(i = 1, 2, \ldots, n+1)$ les équations de la génératrice mobile g de la variété réglée R_p les ξ_i étant les coordonnées d'un point de l'espace support E_p et les λ_i les cosinus directeurs de g.

L'élément linéaire de R_p est défini par

$$(1) \qquad ds^2 = \Sigma_1^{n+1} dx_i^2 = \Sigma d\xi_i^2 + w^2 \Sigma d\lambda_i^2 + 2w \Sigma d\xi_i d\lambda_i + 2dw \Sigma \lambda_i d\xi_i + dw^2.$$

Si l'on pose

$$\Sigma d\xi_i^2 = d\xi^2, \qquad \Sigma d\zeta_i^2 = d\lambda^2,$$
$$\Sigma d\xi_i d\lambda_i = d\xi d\lambda \cos\tau, \qquad \Sigma \lambda_i d\xi_i = d\xi \cos\theta,$$

(1) devient

$$(1') \qquad ds^2 = d\xi^2 + w^2 d\lambda^2 + 2w\, d\xi d\lambda \cos\tau + 2 dw d\xi \cos\theta + dw^2.$$

Fixons la position d'une génératrice $g'(u_1 + du_1, \ldots)$ infiniment voisine de g et annulons les dérivées de ds^2 par rapport à w et dw. On trouve

$$(2) \qquad w = -\frac{\Sigma d\xi_i d\lambda_i}{\Sigma d\lambda_i^2} = -\frac{d\xi}{d\lambda} \cos\tau, \qquad dw = -\Sigma \lambda_i d\xi_i = -d\xi \cos\theta.$$

Avec $b_{jk} \neq b_{kj}$ $(k = 1, 2, \ldots, p)$, $a_{jk} = a_{kj}$ $(j = 1, 2, \ldots, p)$

$$(2') \qquad w \Sigma a_{jk} du_j du_k + \Sigma b_{jk} du_j du_k = 0.$$

Dérivons par rapport à $du_1, du_2, \ldots, du_p$; nous obtenons p équations linéaires homogènes par rapport aux accroissements du de la forme

$$(2wa_{j1} + b_{j1}) du_1 + (2wa_{j2} + b_{j2} + b_{2j}) du_2 + \ldots + (2wa_{jp} + b_{jp} + b_{pj}) du_p = 0,$$

---

(1) Rachewski, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 137; Levi-Civita, *Calcolo differenziale assoluto*, p. 300.

qui admettent pour du_1, du_2, ... des solutions non nulles, lorsque

(3) $$\|(2\varpi a_{j1}+b_{j1}), \ldots, (2\varpi a_{jp}+b_{jp}+b_{pj})\|=0,$$

soit

(3′) $$A_0\varpi^p+A_1\varpi^{p-1}+\ldots+A_p=0.$$

A chaque valeur de ϖ correspond un point sur la génératrice g.

Choisissons u_j, u_k de façon que $b_{jk}+b_{kj}=0$, $a_{jk}=0$, $j\neq k$.

La nouvelle valeur de ϖ est alors

(4) $$\varpi=-\frac{b_{11}\,du_1^2+\ldots+b_{pp}\,du_p^2}{a_{11}\,du_1^2+\ldots+a_{pp}\,du_p^2},$$

c'est-à-dire, pour les accroissements du_h,

$$\varpi_h=-\frac{b_{hh}}{a_{hh}} \quad (h=1, \ldots, p).$$

Si $\sqrt{a_{hh}}\,du_h/d\lambda=\cos\omega_h$, (4) exprime la formule de Hamilton généralisée

$$\varpi=\Sigma\varpi_h\cos^2 u_h \quad (h=1, 2, \ldots, p).$$

II. Remarquons qu'il existe sur la génératrice g des points particuliers d'abscisses :

$$W'=-\left(\frac{\partial\xi_1}{\partial u_1}:\frac{\partial\lambda_1}{\partial u_1}\right)=-\left(\frac{\partial\xi_2}{\partial u_1}:\frac{\partial\lambda_2}{\partial u_1}\right)=\ldots,$$
$$W''=-\left(\frac{\partial\xi_1}{\partial u_2}:\frac{\partial\lambda_2}{\partial u_2}\right)=-\left(\frac{\partial\xi_2}{\partial u_2}:\frac{\partial\lambda_2}{\partial u_2}\right)=\ldots,$$

ce qui détermine en général p points focaux lorsque les valeurs de

$$\frac{\partial\xi_1}{\partial u_1},\quad \frac{\partial\xi_1}{\partial u_2},\quad \frac{\partial\lambda_1}{\partial u_1},\quad \frac{\partial\lambda_1}{\partial u_2}$$

satisfont aux np conditions précédentes.

III. Si, dans la relation (1), $\Sigma\lambda_i\,d\xi_i=0$, tenant compte de (2), on trouve, pour $d\sigma$ plus courte distance de deux génératrices infiniment voisines,

$$d\sigma=\frac{\Sigma c_{jk}\,du_j\,du_k}{\sqrt{\Sigma\,d\lambda_i^2}}.$$

Le paramètre de distribution de la surface réglée élémentaire étant

$$P=\frac{d\sigma}{d\lambda}=\frac{\Sigma c_{jk}\,du_j\,du_k}{\Sigma\,d\lambda_i^2}=\frac{\Sigma c_{jk}\,du_j\,du_k}{\Sigma a_{jk}\,du_j\,du_k},$$

on peut écrire

$$P\,\Sigma a_{jk}\,du_j\,du_k-\Sigma c_{jk}\,du_j\,du_k=0.$$

L'emploi du procédé précédent détermine l'équation

$$\alpha_0 P^p + \alpha_1 P^{p-1} + \ldots + \alpha_p = 0$$

qui donne les valeurs extrêmes de P. Si $P_1, P_2, \ldots P_p$ sont les solutions de cette équation, les quantités

$$\begin{aligned} H_1 &= P_1 + P_2 + \ldots + P_p, \\ H_2 &= P_1 P_2 + P_1 P_3 + \ldots + P_1 P_p, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ H_p &= K = P_1 P_2 \ldots P_p \end{aligned}$$

sont les paramètres de la variété R_p. D'autre part, ces valeurs de P satisfont à la relation

$$P = P_1 \cos\varphi_1 + \ldots + P_p \cos\varphi_p,$$

formule de Mannheim généralisée.

IV. On peut caractériser les variétés R_p et, en particulier, les congruences d'ordre supérieur à 2, par exemple

$$x_i = \xi_i(u_1, u_2, u_3) + w\lambda_i(u_1, u_2, u_3) \qquad (i = 1, 2, 3, 4)$$

par leurs paramètres $H_1, H_2, \ldots, H_p$.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Une forme nouvelle des équations de la dynamique des gaz.* Note de M. **Simon De Backer**, présentée par M. Émile Borel.

1. Soit un gaz formé de molécules toutes de même masse m.

Les équations de transport du moment $u^\mu u^\nu$ s'écrivent ([1])

$$(1)\quad \rho \frac{d}{dt}(\overline{U^\mu U^\nu}) = -\frac{\partial}{\partial x^\sigma}(\rho\overline{U^\mu U^\nu U^\sigma}) - \rho\left[\overline{U^\mu U^\sigma}\frac{\partial u_0^\nu}{\partial x^\sigma} + \overline{U^\nu U^\sigma}\frac{\partial u_0^\mu}{\partial x^\sigma}\right] + m\,\Gamma(u^\mu u^\nu),$$

en représentant par x^α les coordonnées rectangulaires du point P; par u^α les composantes de la vitesse d'une molécule; par u_0^α celles de la vitesse moyenne au point P, à l'instant t; par U^α la différence $u^\alpha - u_0^\alpha$; par ρ la densité du gaz en P; par Γ la contribution due aux chocs moléculaires.

Les indices prennent les valeurs 1, 2, 3. La sommation s'étend aux indices muets, répétés deux fois dans chaque terme.

([1]) I. H. Jeans, *Théorie dynamique des gaz*, Chap. IX, traduction de la troisième édition anglaise par A. Clerc. Paris, 1925.

Pour la loi de forces de Maxwell, $K m_1 m_2 \nu^{-5}$, on a

$$m\Gamma(u^\mu u^\nu) = -\frac{3}{2}\left(\frac{\rho}{m}\right)^2 \sqrt{2mk}.A_2\left(\overline{U^\mu U^\nu} - \frac{1}{3} g^{\mu\nu}\overline{U^\sigma A_\sigma}\right) \tag{2}$$

avec $g^{\mu\nu} = 0\,(\mu \neq \nu)$, $g^{\mu\mu} = 1\,(\mu = \nu)$; A_2 est une constante numérique.

Par contre, le terme $-\partial/\partial x^\sigma(\rho\overline{U^\mu U^\nu U^\sigma})$ ne se calcule pas aisément.

2. Nous nous proposons de trouver une forme analytique commode des équations (1), quitte à abandonner le modèle de Maxwell. Nous ferons deux hypothèses.

Première hypothèse. — Par analogie avec la formule (2), posons

$$m\Gamma(u^\mu u^\nu) = \varepsilon\left(\overline{U^\mu U^\nu} - \frac{1}{3} g^{\mu\nu}\overline{U^\sigma U_\sigma}\right) \qquad (\varepsilon \equiv \text{invariant}). \tag{3}$$

Deuxième hypothèse. — Donnons au tenseur symétrique du troisième rang $K^{\lambda\mu\nu} \equiv \rho\overline{U^\lambda U^\mu U^\nu}$ la forme suivante :

$$-K^{\lambda\mu\nu} = a(S^{\mu\nu\lambda} + S^{\nu\lambda\mu} + S^{\lambda\mu\nu}) + b(g^{\mu\nu}S^{\sigma\lambda}_\sigma + g^{\nu\lambda}S^{\sigma\mu}_\sigma + g^{\lambda\mu}S^{\sigma\nu}_\sigma) \tag{4}$$

avec les notations

$$S^{\lambda\mu\nu} \equiv g^{\sigma\nu}S^{\lambda\mu}_\sigma, \quad \ldots; \qquad S^{\lambda\mu}_\sigma \equiv k\frac{\partial}{\partial x^\sigma}(\overline{U^\lambda U^\mu}), \quad \ldots; \tag{5}$$

a, b et k étant des invariants.

3. En posant $T^{\mu\nu} \equiv \rho\overline{U^\mu U^\nu}$ (tenseur de Cauchy) et en tenant compte des deux hypothèses énoncées, l'équation (1) prend la forme

$$\begin{aligned} &a g^{\sigma\lambda}\frac{\partial}{\partial x^\lambda}\left[k\frac{\partial}{\partial x^\sigma}\left(\frac{T^{\mu\nu}}{\rho}\right)\right] + (a+b)\frac{\partial}{\partial x^\sigma}\left\{k\left[\frac{\partial}{\partial x^\mu}\left(\frac{T^{\sigma\nu}}{\rho}\right) + \frac{\partial}{\partial x^\nu}\left(\frac{T^{\sigma\mu}}{\rho}\right)\right]\right\} \\ &\quad + b g^{\mu\nu}\frac{\partial}{\partial x^\sigma}\left[k\frac{\partial}{\partial x^\lambda}\left(\frac{T^{\sigma\lambda}}{\rho}\right)\right] \\ &\quad = \rho\frac{d}{dt}\left(\frac{T^{\mu\nu}}{\rho}\right) + \left(T^{\mu\sigma}\frac{\partial u_0^\nu}{\partial x^\sigma} + T^{\nu\sigma}\frac{\partial u_0^\mu}{\partial x^\sigma}\right) + \frac{\varepsilon}{\rho}\left(T^{\mu\nu} - \frac{1}{3}g^{\mu\nu}T^\sigma_\sigma\right). \end{aligned} \tag{6}$$

4. *Propriétés des équations* (6). — I. En première approximation (mouvement lent) négligeons le premier membre de (6) ainsi que les quantités $\rho\, d/dt(T^{\mu\nu} - g^{\mu\nu}p^\star/\rho)$ et $(T^{\mu\nu} - g^{\mu\nu}p^\star)\,\partial u^\alpha/\partial u^\beta$, où $p^\star \equiv 1/3\, T^\mu_\mu$. Nous tirons aisément de (6) les relations classiques de Stokes-Navier.

II. En particulier, si $2a + 5b = 0$ et si $a = 1$, on tire de (6), par contraction,

$$g^{\sigma\lambda}\frac{\partial}{\partial x^\lambda}\left[k\frac{\partial}{\partial x^\sigma}\left(\frac{T^\mu_\mu}{\rho}\right)\right] = \rho\frac{d}{dt}\left(\frac{T^\mu_\mu}{\rho}\right) = 2T^\sigma_\mu\frac{\partial u_0^\mu}{\partial x^\sigma}, \tag{7}$$

et en introduisant la loi des gaz parfaits $p^\star = \mathcal{R}T\rho$, T étant la température absolue et $p^\star \equiv 1/3\,T^\mu_\mu$, (7) devient

$$\frac{3}{2}\mathcal{R}g^{\sigma\lambda}\frac{\partial}{\partial x^\lambda}\left(k\frac{\partial T}{\partial x^\sigma}\right) = \frac{3\mathcal{R}}{2}\frac{dT}{dt} + T^\sigma_\mu\frac{du^\mu_0}{\partial x^\sigma}. \tag{8}$$

C'est la loi habituelle de la conductibilité de la chaleur pour un gaz monoatomique si l'on pose

$$\mathcal{K} \equiv \frac{3\mathcal{R}k}{2}, \qquad c_v \equiv \frac{3\mathcal{R}}{2} \quad (^1).$$

III. Plus généralement, prenons a, b, k, ε fonctions des seules variables $p^\star$ et ρ. Joignons aux équations (6) celles de la dynamique des milieux continus

$$\rho\frac{du^\mu_0}{dt} = \rho X^\mu - \frac{\partial T^{\mu\sigma}}{\partial x^\sigma}, \tag{9}$$

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho\frac{\partial u^\sigma_0}{\partial x^\sigma} = 0. \tag{10}$$

Le système des dix équations aux dérivées partielles du deuxième ordre (6), (9), (10), à dix variables dépendantes ρ, u^α_0, $T^{\mu\nu}$, possède des ondes propageables *réelles* $Z(x^1, x^2, x^3, t) = 0$, définies par

$$\left(\frac{dZ}{dt}\right)^2 - \frac{T^{\mu\nu}}{\rho}\frac{\partial Z}{\partial x^\mu}\frac{\partial Z}{\partial x^\nu} = 0 \quad (^2). \tag{11}$$

ASTRONOMIE STELLAIRE. — *Sur la précision de la relation masse-luminosité d'Eddington.* Note [3] de M. **Georges Durand**, présentée par M. Ernest Esclangon.

1. Dans la théorie radiative d'Eddington sur l'équilibre stellaire [4], la relation masse-luminosité s'exprime par les équations bien connues

$$L = C_1\mathfrak{M}^{\frac{7}{5}}(1-\beta)^{\frac{3}{2}}\mu^{\frac{4}{5}}T_e^{\frac{4}{5}},$$
$$1-\beta = C_2\mathfrak{M}^2\mu^4\beta^4,$$

---

(1) E. Borel, *Mécanique statistique classique*, Paris 1925, p. 87.
(2) Simon De Backer, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 899.
(3) Séance du 26 mai 1935.
(4) A. S. Eddington, *The Internal Constitution of the Stars*, 1926, Chap. VI et VII.

où L est l'énergie totale rayonnée par l'étoile, $\mathfrak{M}$ sa masse, T_e sa température effective, β le rapport de la pression du gaz à la pression totale, μ la masse moléculaire moyenne, C_1 et C_2 des constantes d'intégration.

Il est avantageux, dans la pratique, de remplacer L par la magnitude absolue bolométrique M_b, et $\mathfrak{M}$ par $\lambda = \log \mathfrak{M}$. Si l'on pose $M' = M_b + 2 \log T_e/5200$ [1] et si l'on désigne par K et χ deux nouvelles constantes, la première dépendant de C_1, C_2 et μ, la seconde de C_2 et μ, l'élimination de β donne la relation d'Eddington sous la forme

$$\lambda = f(M' - K) + \chi.$$

2. Cette relation est souvent assimilée à une fonction *linéaire*, et il est intéressant de se rendre compte de l'approximation ainsi faite. L'étude des deux premières dérivées de f montre que, *quelles que soient les constantes*, f' croît constamment avec M', de $-2/7$ à $-1/11$, tandis que f'' reste $< 0{,}0183$. Pour les magnitudes ordinaires, soit $M' > -4$, on a $-0{,}22 < f' < -0{,}091$.

On voit qu'en supposant constante la dérivée f', l'erreur peut être appréciable. De façon plus précise, si l'on effectue une interpolation linéaire entre deux valeurs M'_1 et M'_2, avec $M'_2 - M'_1 = h$, l'erreur en valeur absolue est $< 0{,}0023 h^2$. (Si $M'_2 > M'_1 > 2$, l'erreur est moindre que la moitié de cette valeur).

3. J'étudie maintenant le problème de la détermination des constantes et leur influence sur la précision de la relation. Dans sa théorie, Eddington évalue directement, par des considérations physiques, les deux constantes C_2 et μ, ce qui fournit χ; le coefficient C_1 est calculé au moyen d'une seule étoile (Capella).

Je me suis proposé de déterminer C_1 (ou K) à l'aide de plusieurs étoiles dont les masses seraient particulièrement bien connues; outre l'avantage de préciser la valeur due à Eddington, on peut apprécier ainsi l'erreur susceptible d'affecter cette constante. Pour cela, considérant les couples visuels pour lesquels les masses individuelles des composantes ont été déterminées, j'élimine ceux dont l'erreur probable sur la parallaxe dépasse 10 pour 100 et ceux dont une composante au moins est elle-même binaire (ce point a une grande importance, car l'erreur qui en résulte a toujours le même signe). Je retiens ainsi 20 étoiles. Si λ_1 est la valeur calculée par la

---

[1] Le nombre 5200 joue, en réalité, le rôle d'une quantité *arbitraire* due au fait qu'Eddington a effectué les calculs en prenant $T_e = \text{const.} = 5200$.

relation d'Eddington avec les coefficients $K_1 = 5,078$ et $\chi_1 = 0,606$ de l'auteur, λ_0 la valeur issue des observations, je forme pour chaque étoile la différence $\lambda_0 - \lambda_1$. D'autre part, ΔK_1 et $\Delta\chi_1$ étant les erreurs respectives sur K_1 et χ_1, on a, d'une façon générale, avec une approximation supérieure à celle des observations, $\Delta\lambda = \Delta\chi_1 - \Delta K_1 . f'(M' - K_1)$.

En résolvant, par la méthode des moindres carrés, les 20 équations ainsi obtenues, on trouve qu'il faut, pour pouvoir appliquer la relation d'Eddington avec les valeurs primitives K_1 et χ_1, faire subir à la magnitude M_b d'une étoile quelconque une correction de $-0,076$; ce nombre est faible devant les erreurs d'observation, et la correction qui en résulte pour λ s'écarte peu de 0,01. On remarque que l'accord est excellent entre les nombres d'Eddington et les valeurs observées.

4. On prévoit, par suite de l'expression de $\Delta\lambda$ et du fait que f' varie peu, qu'une erreur faible sur χ n'aura pas beaucoup d'importance, pourvu que K soit déterminé en conséquence. J'ai repris les calculs en faisant $C_2 = 0,00421$, valeur proposée par Eddington dans l'hypothèse où μ serait variable [1], au lieu de la valeur 0,00309 qu'il a adoptée; on a alors $\chi_2 = 0,539$; on détermine ensuite la valeur $K_2 = 5,505$ au moyen de Capella, puis la correction ΔK_2 comme précédemment. Malgré l'importance de $\chi_2 - \chi_1$, on trouve, après correction due à ΔK_2, que l'erreur moyenne sur λ reste la même. Il s'ensuit que la relation masse-luminosité dépend surtout de la bonne détermination d'une des constantes K ou χ en fonction de l'autre.

5. Il importe de souligner que, si l'on ne tient pas compte de la correction ΔK_2, le système de coefficients (K_2, χ_2) conduit à des résidus $\lambda_0 - \lambda_2$ plus forts que le système (K_1, χ_1); un autre système ($K_3 = 5,264$; $\chi_3 = 0,539$), utilisé récemment par M. Petrie [2], donne des résidus encore plus forts. Les valeurs adoptées par Eddington apparaissent donc comme les meilleures.

6. Pour caractériser la précision des constantes, j'ai calculé l'erreur probable sur K, ce qui suffit (§ 4). La valeur trouvée est 0,145 et correspond pour λ à une erreur de 0,01 à 0,03; l'erreur croît quand M diminue; pour $M' > 1$, l'erreur est $< 0,02$.

7. Enfin, pour évaluer l'erreur dans chaque cas particulier, connaissant

(1) A. S. EDDINGTON, *loc. cit.*, p. 128.
(2) *Publ. of the Obs. of the Univ. of Michigan*, 5, 1934, p. 169.

l'erreur probable sur M_b et T_e, la formule qui donne $\Delta\lambda$ peut être utilisée, moyennant une Table de f' en fonction de M', avec une précision généralement suffisante.

CHALEUR. — *La convection naturelle des fils : existence d'un nouveau régime de convection.* Note de M. **Charles Bory**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons étudié, en fonction de la température du fil et de son enceinte, suivant la technique préconisée par M. Vernotte, les phénomènes de convection présentés par une série de fils de platine issus du même lingot, dont les diamètres allaient de quelques centièmes à quelques dixièmes de millimètre. La température de l'enceinte a varié de 16 à 72° C, et l'écart de température fil-enceinte a atteint 400° C. Dans ces conditions, l'influence du rayonnement thermique reste inférieure à 1 pour 100; nous avons donc observé ainsi un phénomène de convection presque pur.

Nous préciserons dans d'autres publications l'ensemble des résultats obtenus. Nous signalons ici que, pour les fils très fins (25 à 75$^{\mu}$), le coefficient de convection varie beaucoup plus vite que l'inverse de la racine quatrième du diamètre, loi qu'indiquent, dans le cas des grands diamètres, les théories habituelles de la convection. Les nombres donnés ci-dessous à titre d'exemple, l'enceinte étant à 72° C, et le fil étant de 100° plus chaud, indiquent une croissance à peine moins rapide que celle de l'inverse du diamètre.

Diamètres en microns.........	77	50	42	31	25
Coefficients de convection en cal.cm^{-2}.sec^{-1}.deg^{-1}.......	0,0050	0,0074	0,0078	0,0100	0,0131

Par contre, même pour les fils les plus fins, le coefficient de convection croît avec l'écart θ de température, suivant une loi qui, pour les écarts d'au moins 200° à 300°, devient très voisine de la loi théorique en $\theta^{1/4}$, après avoir été d'abord un peu plus rapide.

Nous voulons surtout, dans cette Note, attirer l'attention sur la mise en évidence d'un nouveau régime de convection, en deça du régime déjà connu, et que nous avons cherché sur une suggestion de M. Vernotte.

A cet effet, opérant sur le fil le plus fin (25 microns), nous nous sommes efforcé de mesurer le coefficient de convection avec une précision qui

restât suffisamment élevée pour les échauffements relativement très faibles (mesurés par variation de résistance électrique).

L'enceinte étant à la température de 72°C, nous avons obtenu les valeurs ci-dessous pour les coefficients d'échange thermique :

Échauffements en degrés......	24	46	76	137	182	215
Coefficients d'échange moyens en $\mathrm{cal.cm^{-2}.sec^{-1}.deg^{-1}}$......	0,0100	0,0121	0,0122	0,0146	0,0161	0,0171

On voit immédiatement que les deux premières mesures ne peuvent être figurées sur la courbe représentant les autres : les quatre derniers points se rangent sur une ligne tournant sa concavité vers le bas, et les deux premiers se trouvent notablement au-dessus du prolongement de cette courbe vers les petits échauffements, la droite qui les joint montant plus vite que la courbe.

Il y a donc deux lignes complètement distinctes pour représenter l'ensemble du phénomène de convection; suivant la terminologie de la Mécanique des fluides, cela prouve l'existence de deux régimes de convection.

CHALEUR. — *Sur les lois de la convection.* Note de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Aimé Cotton.

I. En rapprochant les coefficients de convection naturelle de fils fins de platine, que vient de publier M. Bory (voir la Note ci-dessus), de nombres trouvés antérieurement par nous dans des mesures très variées relatives à des fils, des barres, des tubes, de cuivre, de laiton, d'aluminium, exposés à l'air libre, et ramenant les nombres de M. Bory à ce qu'ils auraient été dans les mêmes conditions de température que les nôtres (air ambiant, 20°; corps chaud, 80°), on trouve que *le produit du coefficient d'échange h par la racine carrée du diamètre d est sensiblement constant dans des limites très étendues :*

Diamètres d en millimètres.	0,042.	0,050.	0,077.	0,50.	5,0.	7,0.	10.	12.	13.	25.	58.
Coefficients d'échange h en $10^{-4}\ \mathrm{cal.cm^{-2}.sec^{-1}.deg^{-1}}$.	77	71	47	20	6,4	5,1	4,5	4,4	3,6	2,9	1,9
$10^5 h\sqrt[2]{d}$................	160	159	131	141	143	135	142	152	130	145	145

II. Nous avions trouvé en 1932, lors de mesures très précises du coefficient de convection d'un petit ellipsoïde d'argent, pour des échauffements θ variant de 100° à 0°,5, que ce coefficient tendait, pour $\theta = 0$, vers une

valeur notablement plus élevée que celle qui correspondrait à la conduction pure. Et nous avons suggéré ([1]) qu'il y avait sans doute, pour les échauffements inférieurs à $0°,5$, un autre régime de convection ayant, lui, la conduction pure pour limite. C'est ce nouveau régime qu'a découvert M. Bory, en étudiant la convection d'un fil très fin très peu chauffé.

Cette convection a une propriété intéressante, dont nous donnerons ensuite l'interprétation théorique.

Les mesures de M. Bory étaient faites dans une enceinte cylindrique de 45^{mm} de diamètre. A la température de ces expériences, la déperdition par simple conduction correspondait, pour son fil de 25 microns, à un coefficient d'échange avec l'enceinte, égal, en $\mathrm{cal.cm^{-2}.sec^{-1}.deg^{-1}}$, à 0,0075. Si l'on rapproche ce nombre des valeurs 0,0100 et 0,0121 obtenues par M. Bory pour les échauffements 24° et 46°, et qu'on traduise cela par un graphique, on constate que l'on obtient trois points en ligne droite; et par suite ce *premier régime de convection,* qui a bien ainsi la conduction pour limite, est caractérisé par *un coefficient de convection fonction linéaire de l'échauffement.*

III. Nous allons trouver l'interprétation de ce résultat en considérant, contrairement à la théorie habituelle, *la convection* comme *une simple perturbation apportée par la vitesse du fluide à la propagation de la chaleur par conduction.* Esquissons un calcul très schématique pour montrer l'allure des phénomènes.

Soit, en un problème à une dimension, un fluide, de chaleur spécifique volumique $c\rho$, de conductibilité k, à la température zéro, s'écoulant, à la vitesse v, entre deux plateaux de longueur l, séparés par une distance L, et que l'on maintient respectivement aux températures zéro et θ. Si l'on néglige en première approximation l'inégale répartition des vitesses, et les échanges latéraux de chaleur entre les diverses tranches de fluide perpendiculaires aux plateaux, on voit assez facilement que le problème revient à étudier, jusqu'au temps $T = l : v$, la propagation de la chaleur dans un milieu supposé amené brusquement entre les plateaux, et immobilisé ensuite. On formera donc la solution de Fourier correspondante, on calculera à la manière habituelle le flux de chaleur sortant du plateau chaud par unité de surface, on intégrera entre $t = 0$ et $t = T$, et l'on aura le coefficient d'échange h cherché, en divisant par θ et par T.

([1]) *Journées techniques et scientifiques de Mécanique des fluides* (Lille, 1934), p. 309. Paris.

Ce coefficient apparaît alors comme la somme d'un terme de conduction pure et d'un terme dépendant de la vitesse par le nombre sans dimension $\mathcal{V} = c\rho\ L^2 v : kl$ (dont la définition peut être généralisée dans des cas géométriquement moins simples). Si $\mathcal{V}$ est assez petit, c'est-à-dire si la vitesse v est très petite, le terme convectif est proportionnel à v; il est proportionnel à $\sqrt{v}$ si $\mathcal{V}$ est grand.

Dans le cas de la convection naturelle, au premier régime de M. Bory, qui existe lorsque θ est petit, l'écoulement de l'air est sans doute régi par les lois de la viscosité, et la vitesse v est alors proportionnelle à la petite variation locale de pression due au fil chaud, laquelle est proportionnelle à l'échauffement θ. Le nombre $\mathcal{V}$ étant alors petit, on voit que le coefficient de convection h, fonction linéaire de v, sera bien une fonction linéaire de l'échauffement.

Lorsque θ devient plus grand, et qu'a changé le régime de l'écoulement, la loi de h en fonction de θ évolue, et tend vers la loi $\sqrt[2]{\sqrt[2]{\theta}}$, que donne l'expérience.

IV. Si le fil dont on étudie la convection naturelle est extrêmement fin, le terme fonction de $\mathcal{V}$ est de toutes façons très petit, et le terme de conduction devient prépondérant. Or, ce terme varie comme $1 : d \log(D : d)$, D étant le diamètre de l'enceinte. On s'approche donc de la croissance presqu'aussi rapide que $1 : d$, qu'annonçait M. Bory.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur le calcul de la perte énergétique à la combustion.* Note de M. **Jean Villey**, transmise par M. Emile Jouguet.

L'évaluation de la *perte à la combustion* $\theta \Delta S$ [1] revient à l'évaluation de l'augmentation irréversible d'entropie ΔS due à la combustion. Considérons une combustion adiabatique; alors ΔS se confond avec la variation totale d'entropie $S_B - S_{\mathcal{A}}$, évaluable par $\int \frac{\partial Q}{T}$ calculé le long d'une *combustion réversible* allant du même état initial $\mathcal{A}$ (mélange à la température ambiante θ) au même état final B (gaz brûlés à la température *de combustion* Θ). Envisageons le cas particulier de la combustion $\mathcal{A}B$ à volume constant.

(1) Cf. *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1383. Ici la température de l'atmosphère est représentée par θ.

La combustion des carbures d'hydrogène comporte des réactions très complexes. Nous considérerons le cas théorique plus simple de la réaction $1/2\,X^2 + 1/2\,Y^2 = XY$, où interviennent trois gaz diatomiques assimilables à des gaz parfaits (lorsqu'ils ne sont pas dissociés thermiquement).

Pour chacun de ces gaz, nous envisagerons une température t au-dessous de laquelle la dissociation thermique de ses molécules est nulle, et une température $\mathfrak{T}$ au-dessus de laquelle elle est pratiquement totale. Les températures t_{xy} et $\mathfrak{T}_{xy}$ sont plus élevées que les limites correspondantes relatives aux molécules X^2 et Y^2, moins solides que les molécules XY auxquelles elles donnent naissance. Les températures $\mathfrak{T}$ sont beaucoup plus élevées que Θ.

Superposons sur un même graphique de coordonnées p (pression) et v (volume d'une molécule-gramme), les trois diagrammes thermodynamiques suivants, dont nous distinguerons les points confondus par les notations ci-dessous :

1° Mélange homogène $1/2\,(X^2 + Y^2)$; notation $\mathfrak{P}$.

2° Gaz *brûlé* XY; notation P.

3° Diagramme de transition, où v représente la somme des volumes des demi-molécules $(1/2\,X^2)$ et $(1/2\,Y^2)$ des deux gaz supposés séparés; notation P'.

Les diagrammes P et P' existent dans tout le domaine (p, v). Ils ont les mêmes isothermes aux températures supérieures à $\mathfrak{T}_{xy}$, où la dissociation atomique complète donne $pv/T = 2R$ (¹).

Le diagramme $\mathfrak{P}$ n'existe qu'aux températures inférieures à celles où la combustion s'amorce, et supérieures à celles où se produit la séparation par liquéfaction. Il a, dans ce domaine, les mêmes isothermes que le diagramme P'.

Prenons, sur la verticale $\mathfrak{A}$B à volume constant, un point (M', M) à température $\mathfrak{T} \geq \mathfrak{T}_{xy}$; il est placé beaucoup plus haut que B.

On peut réaliser théoriquement une *combustion réversible* par la suite d'opérations $\mathfrak{A} \to A' \to M' \to M \to B$.

On a

$$U_{\mathfrak{A}} = U_{A'},\qquad S_{\mathfrak{A}} = S_{A'} + R\,\mathrm{Log}\,2;\qquad U_M = U_{M'},\qquad S_M = S_{M'} + 2R\,\mathrm{Log}\,2.$$

Si l'on appelle c la capacité calorifique moléculaire à volume constant

(¹) Et aussi aux températures inférieures à t_{x^2} et t_{y^2}, où la dissociation nulle donne $pv/T = R$; mais, dans ce domaine, les énergies internes sont différentes $U_{P'} > U_P$.

de $1/2(X^2+Y^2)$, et c' celle de XY, on aura alors

$$S_B - S_{\mathfrak{A}} = -R \operatorname{Log} 2 + \int_{\theta}^{\mathfrak{T}} \frac{c\,dT}{T} + 2R \operatorname{Log} 2 + \int_{\mathfrak{T}}^{\Theta} \frac{c'\,dT}{T}$$
$$= R \operatorname{Log} 2 + \int_{\theta}^{\Theta} \frac{c\,dT}{T} - \int_{\Theta}^{\mathfrak{T}} (c'-c)\frac{dT}{T}.$$

En écrivant que la variation d'énergie interne $U_B - U_{\mathfrak{A}}$, évidemment nulle dans la combustion ordinaire, l'est aussi dans la combustion réversible, on obtient

$$\int_{\theta}^{\Theta} c\,dT - \int_{\Theta}^{\mathfrak{T}} (c'-c)\,dT = 0.$$

Cette relation entraîne la conséquence prévue *a priori* $S_B - S_{\mathfrak{A}} > 0$. Elle exige de plus que c' soit plus grand que c dans une partie au moins du domaine de températures compris entre Θ et $\mathfrak{T}$. Ce résultat correspond au fait que les molécules X^2 et Y^2 sont complètement dissociées en deux atomes (6 degrés de liberté) à des températures où les molécules XY ne le sont pas encore (7 degrés de liberté).

Les chaleurs spécifiques moléculaires c et c' ne sont pas expérimentalement accessibles aux températures irréalisables du domaine Θ, $\mathfrak{T}$; mais on sait les évaluer théoriquement à partir des périodes des vibrations moléculaires.

La nature de la perte *énergétique* apparaît clairement : la combustion réversible prendrait de la chaleur à une série de sources de températures étagées entre θ et $\mathfrak{T}$, et la reverserait à celles d'entre elles dont les températures sont supérieures à Θ. Elle créerait de ce fait la possibilité d'obtenir du travail en rétablissant la répartition de chaleur initiale au moyen de cycles de Carnot.

ÉLECTRICITÉ. — *Influence des vapeurs et gaz occlus sur la conductivité électrique de l'oxyde cuivreux.* Note de M. **Léon Dubar**, présentée par M. Paul Janet.

Ayant entrepris des recherches systématiques sur les propriétés de l'oxyde cuivreux et étudiant les différents facteurs, radiations, température, pression, humidité, qui pouvaient modifier sa conductivité, nous avons constaté que cette conductivité *diminuait* sous l'influence des

vapeurs ou des gaz occlus, particulièrement de la vapeur d'eau. Tous les échantillons étudiés, dont plus de vingt lames d'oxyde artificiel et un monocristal de cuprite naturelle, se sont comportés de la même façon.

L'échantillon, de forme parallélipipédique, était muni de deux connexions soudées à l'étain sur métallisation réalisée par voie chimique. Il fut vérifié que la résistance propre des contacts ainsi obtenus était négligeable. La lame étant enfermée dans un récipient clos à l'abri de la lumière, on lui appliquait une différence de potentiel connue et l'on mesurait au moyen d'un galvanomètre sensible étalonné, le courant qui la traversait.

Il fut vérifié dans des expériences préliminaires que :

1° le courant augmentait toujours lorsqu'on faisait le vide dans le récipient contenant l'échantillon ou qu'on y introduisait, à la pression atmosphérique, une substance desséchante, telle que l'anhydride phosphorique;

2° un échantillon préalablement dégazé dans le vide sous couche d'huile, devenait insensible aux variations de pression ou d'état hygrométrique. La pression n'intervenait donc qu'indirectement par son action sur les gaz occlus;

3° l'ordre de grandeur des variations de courant était le même après différents traitements préalables de la surface de l'oxyde (décapage chimique aux acides chromique ou nitrique ou bien abrasion mécanique à la toile émeri), à la condition qu'un lavage soigné ait éliminé toute trace de sels solubles;

4° il ne pouvait être question de phénomènes de polarisation, car la variation du courant avec le temps était, dans de larges limites, indépendante de la durée d'application de la différence de potentiel. D'ailleurs, dans toutes les mesures précises, nous avons pris la précaution de ne fermer le circuit que le temps strictement nécessaire à chaque mesure.

Il résulte de ces expériences que la variation de résistance doit, sans ambiguïté, être attribuée aux variations sous l'action du dessèchement ou du vide, de la teneur de l'oxyde en vapeur d'eau ou gaz oclus. Bien que l'action de la vapeur d'eau soit prédominante, certaines expériences nous ont montré que d'autres vapeurs et même des gaz permanents agissaient de la même façon. Toutes choses égales d'ailleurs, la variation relative de conductivité est d'autant plus grande que les échantillons sont plus minces et de résistivité plus élevée.

Nous donnons ci-après les résultats de quelques expériences, relatives à l'action de la vapeur d'eau seule, dans l'air à la pression atmosphérique.

1° *Variation du courant avec le temps.* — Dimensions de l'échantillon : longueur, 30^{mm}; largeur, 11^{mm}; épaisseur, $0^{mm},36$. Température, 18° C. Différence de potentiel appliquée, 80 volts.

a. Courant après séjour prolongé de l'échantillon dans l'atmosphère du laboratoire : 112.10^{-9} ampère.

b. Après introduction dans l'enceinte d'un récipient rempli d'eau :

Temps (en min. et h.)....	0^m.	2^m.	9^m.	18^m.	26^m.	40^m.	4^h.
Courant (10^{-9} A.)......	112	79	34	23	20,9	19,3	13,2

c. Après introduction dans l'enceinte d'anhydride phosphorique :

Temps (en min. et h.)........	0^m.	10^m.	17^m.	24^m.	32^m.	$3^h,30^m$.
Courant (10^{-9} A.)........	30,8	116,5	165	192	211	275

2° *Variation du courant avec la pression de la vapeur d'eau.* — Dans l'air, à la pression atmosphérique, la conductivité paraît être fonction continue et réversible de la tension de la vapeur d'eau et de la température. La pression de la vapeur d'eau est fixée en enfermant dans l'enceinte contenant la lame d'oxyde un mélange titré d'acide sulfurique et d'eau. Dimensions de l'échantillon : longueur, 8^{mm}; largeur, 8^{mm}; épaisseur $0^{mm},31$.

Différence de potentiel appliquée : 15,5 volts.

Température (degrés C.).	Pression vapeur d'eau (mm Hg).	Durée de séjour.	Courant final (10^{-8} A.).
16,9..................	0,00	5 jours	120
16,5..................	2,36	61 heures	70,2
17,6..................	13,30	24 »	1,95

Il paraît difficile actuellement de donner une interprétation théorique satisfaisante de ces phénomènes. La diminution de la conductivité sous l'action de l'humidité n'a été constatée jusqu'ici, à notre connaissance, que sur des substances déposées en couches excessivement minces. Citons les expériences de A. Féry et F. Joliot (1) sur des dépôts cathodiques de métaux fraîchement préparés, de Devaux et Cayrel (2) sur des couches minces de sulfure cuivrique, de Welo (3) sur des couches minces de carbone déposées à la surface de substances organiques hygroscopiques. Aucune expérience analogue ne paraît avoir été faite sur des corps cristallins compacts tels que l'oxyde cuivreux.

(1) F. Joliot, *Ann. de Phys.*, 10e série, 15, 1931, p. 437.
(2) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 912.
(3) *Nature*, 134, 1934, p. 936.

SPECTROSCOPIE. — *Action du champ magnétique sur les bandes d'absorption des molécules de soufre.* Note de M. **Jean Genard**, présentée par M. Aimé Cotton.

En utilisant l'électroaimant de l'Institut de Physique expérimentale de l'Université de Varsovie, nous avons étudié l'action du champ magnétique sur les bandes d'absorption de la molécule S_2. Le système de bandes se présente entre 2600 et 3300 Å ; le phénomène bien connu de prédissociation apparaît aux environs de λ 2800 Å, pour la bande $v' = 10 \leftarrow v'' = 0$.

Nous avons photographié l'ensemble de ce système, la cuve d'absorption étant à température constante (600° environ), mais sous différentes pressions (température du four de réglage entre 180° et 400°) de manière à obtenir progressivement toutes les bandes d'absorption. Chaque cliché portait un spectre pris en l'absence du champ et un spectre sous un champ de 25500 gauss. Le dispositif expérimental sera décrit ailleurs.

Le résultat observé fut assez inattendu. L'intensité de la plupart des bandes d'absorption est très fortement augmentée, mais à des degrés divers. Avec la dispersion moyenne employée, aucune modification des bandes ou de leur structure de rotation n'est observable. En particulier, le champ magnétique ne paraît avoir aucun effet sur la prédissociation naturelle.

Une observation importante est à signaler : aucune variation d'intensité n'est observable sur les bandes dont le v' dépasse 9, c'est-à-dire que l'action du champ débute seulement à la limite de prédissociation. Cette action atteint très rapidement un maximum et paraît diminuer ensuite plus lentement ; vers λ 3300, plusieurs bandes sont à peine influencées par le champ.

Signalons aussi qu'en augmentant encore la pression, nous avons obtenu deux bons clichés portant le spectre de bandes que l'on vient d'attribuer à S_4 (communication privée en voie de publication) et situé entre λλ 3650 et 4000 Å. Aucune action du champ n'est observable sur ce spectre.

Les résultats détaillés et l'étude théorique seront prochainement publiés ailleurs.

SPECTROSCOPIE. — *Spectre infrarouge des substances protéiques.* Note (¹) de MM. **Fred Vlès** et **Erwin Heintz**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

Nos connaissances sur le spectre d'absorption infrarouge des substances protéiques sont, si l'on excepte quelques données déjà anciennes sur le très proche infrarouge inférieur à $\lambda 2^{\mu}, 5$ (Aschkinass, Hartridge et Hill), inexistantes, malgré tout l'intérêt théorique et pratique qu'on en pourrait tirer. Nous avons entrepris un examen systématique de ces substances.

1. *Technique.* — Le dispositif utilisé a été un spectromètre Jobin-Yvon à prisme de sel gemme, avec pile thermoélectrique de Zeiss à 5 soudures, galvanomètre Zernicke, et enregistrement photographique semi-automatique. La source a été un filament de lampe Nernst.

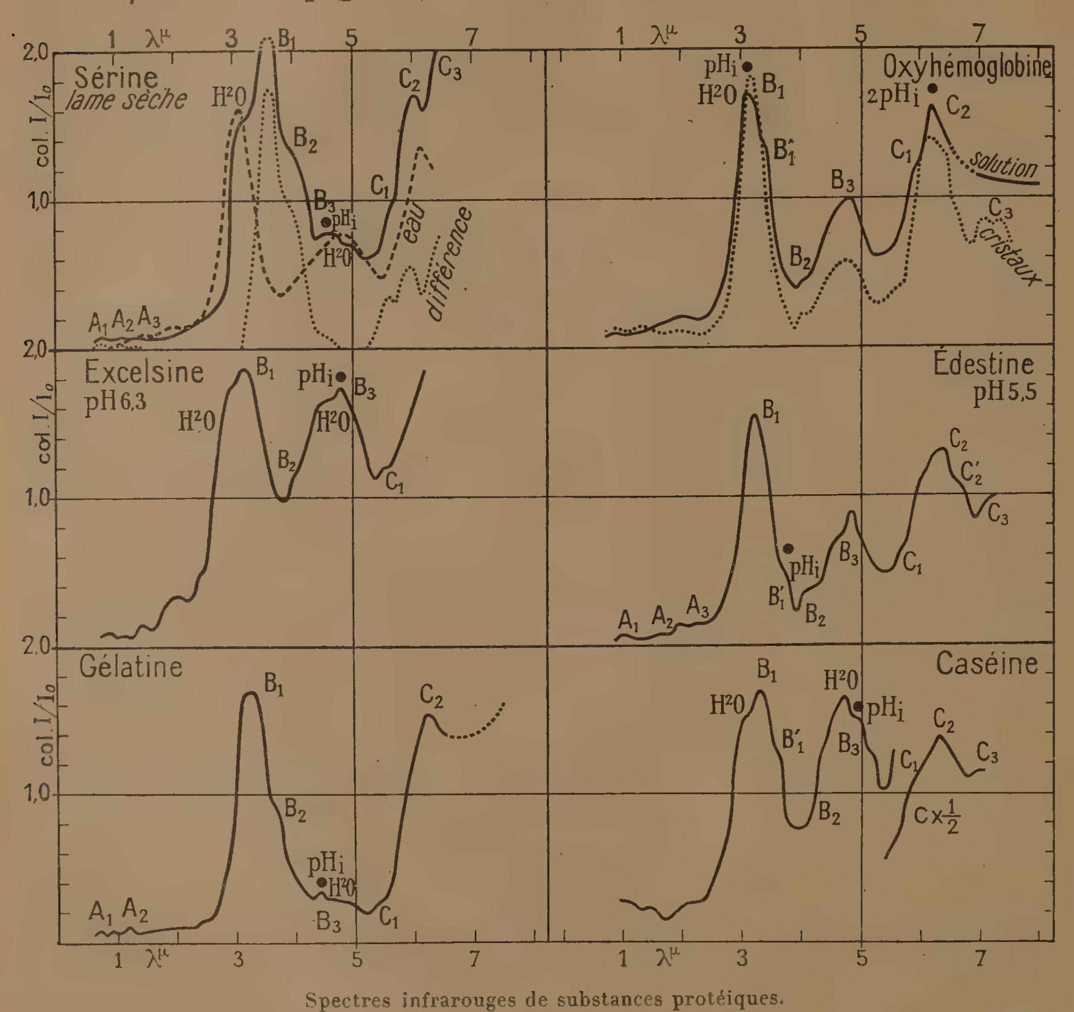
Les substances protéiques ont été étudiées, soit en solutions concentrées dans l'eau (cuves de 4/100 de millimètre d'épaisseur avec joues en mica mince), soit même à l'état de lamelles desséchées sur lame de mica; on a examiné ainsi : une *sérumalbumine* pure de sang de bœuf (préparation de M. Piettre); une *oxyhémoglobine* cristallisée de cheval, une *excelsine* pure (globuline de noix du Brésil, préparation de M. Bonnot); des échantillons de *caséine* Hammarsten (Merck), d'*édestine*, de *gélatine;* diverses substances biologiques (blanc d'œuf, sérums, etc.).

2. *Constitution générale des spectres.* — D'une façon générale les substances protéiques présentent, en dehors des bandes de l'eau directement repérables dans leur spectre (même lorsque les protides sont à l'état de lames sèches) un assez grand nombre de bandes d'absorption propres, que l'on peut grouper en trois régions :

1° *Région* A, proche infrarouge, depuis le visible jusqu'à la bande de l'eau de $3^{\mu}, 1$. Le spectre d'absorption, très faible, ne comprend que quelques petites bandes, de l'ordre de grandeur de celles de l'eau de la même région. 2° *Région* B, depuis la bande de l'eau de $3^{\mu}, 1$ jusque vers 5^{μ}, maximum d'absorption des spectres. Cette région comprend la bande la plus considérable (B_1, bande du carbone) suivie de plusieurs autres en général décroissantes (B'_1, B_2, B_3). 3° *Région* C, après la bande de l'eau de $4^{\mu}, 75$, et autour de la bande de l'eau de $6^{\mu}, 2$; on y voit un second

(¹) Séance du 20 mai 1935.

massif de bandes assez importantes, dont l'une, C_2, est extrêmement voisine de la seconde bande de l'eau. Au delà, l'absorption peut diminuer légèrement. Les bandes de B_1 à C_1 réalisent approximativement des séries $1/\lambda = An + Bp$ ($p = 1$, n de 0 à 4).



Spectres infrarouges de substances protéiques.

Le graphique ci-dessus montre l'aspect général de cette structure. Pour l'un des cas, on a retranché du spectre total le spectre de l'eau d'absorption correspondante, et l'on voit s'isoler la grande bande B_1, ses contreforts B_2, B_3, ainsi que les bandes croissantes de la région C.

3. *Points isoélectriques.* — Pour toutes les substances protéiques étudiées, nous avons calculé la bande d'absorption correspondant au point isoélectrique principal pH_i, en utilisant l'expression ($\lambda_i = 21,2/pH_i$)

donnée par l'un de nous [1]. Dans tous les cas la bande calculée a correspondu à une bande réelle à l'approximation des mesures; des multiples correspondant à $2pH_i$ ont pu aussi être vus.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'accord entre les pressions calculées et les pressions expérimentales pour des mélanges explosifs donnant naissance à des gaz riches en vapeur d'eau.* Note de MM. **Henri Muraour** et **Gabriel Aunis**, présentée par M. Georges Urbain.

Nous avons utilisé dans ces expériences un explosif constitué par un mélange de 20,9 pour 100 de trinitrotoluène et 79,1 pour 100 de nitrate d'ammoniaque (explosif NO). L'allumage de cet explosif étant difficile les charges ont été constituées, à toutes les densités de chargement, par le mélange suivant :

Explosif NO	78,9 %
Poudre à 15,3 % d'azote (mélange de 50 % nitrocellulose et 50 % nitroglycérine)	19,5 %
Poudre noire à combustion complète (poudre de chasse surdosée en salpêtre)	1,6 %

L'explosif NO a été utilisé sous forme de pastilles comprimées à 500 kg/cm², concassées en grains de 0g,5 environ. La poudre, à 15,3 pour 100 d'azote, avait été étirée sous forme de bandes de 0mm,5 d'épaissseur. Les pressions corrigées de l'influence du refroidissement ont été déduites de tirs exécutés pour chaque densité de chargement (Δ), soit dans une bombe de 150cm³, soit dans la même bombe contenant une lame ou une spirale d'acier. On faisait ainsi varier pour chaque Δ la valeur du rapport (surface de refroidissement)/(volume de la bombe). Les points obtenus se sont placés en ligne droite sur le graphique : (Valeur de S/V... Pression.) On a admis que l'extrapolation jusqu'à $S/V = 0$ donnait la valeur de la pression corrigée de l'influence du refroidissement par les parois. Les pressions ont été mesurées avec des crusher en cuivre de 13/8. On a utilisé la table de tarage dite piston libre Burlot. (Les pressions ainsi déterminées sont en accord avec les pressions mesurées à l'aide du quartz piézoélectrique.) Les durées d'écrasement du crusher ont varié, pour les différentes densités de chargement, entre 6 et 40 millisecondes.

Voici les résultats de ces mesures de pressions (chaque valeur de pression représente la moyenne de quatre tirs très concordants, écart quadratique moyen maximum 3,6 pour 100).

---

(1) F. Vlès, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 545.

Δ.	Pressions expérim. Bombe de 150^{cm^3} $s/v = 1,42$.	Pressions expérim. Bombe de 150^{cm^3} + lame $s/v = 3,46$.	Pressions expérim. Bombe de 150^{cm^3} + spirale $s/v = 5,21$.	Pressions corrigées du refroidissement.	Différ. entre les pressions, bombe de 150^{cm^3} et les pressions corrigées.
	kg/cm²	kg	kg	kg	kg
0,125.....	1372	1102	877	1574	202
0,2029....	2475	2145	1938	2681	206
0,280.....	3767	3412	3082	4053	286
0,300.....	4170	3824	3595	4395	225

Composition de la masse gazeuse au moment du maximum de pression. — Elle a été calculée en tenant compte des équilibres suivants :

$$2NO \rightleftharpoons N^2 + O^2, \quad 2H^2O \rightleftharpoons 2OH + H^2, \quad 2CO^2 \rightleftharpoons 2CO + O^2,$$
$$CO^2 + H^2 \rightleftharpoons CO + H^2O$$

et en utilisant pour les constantes d'équilibres les valeurs qui figurent dans le travail de Montagne [1].

Voici, à titre d'exemple, la composition pour 100 de la masse gazeuse sous 2000^{kg} de pression : H^2O, 47,8; CO^2, 16,7; N^2, 25,0; CO, 5,3; H^2, 2,0; O^2, 0,3; NO, 0,8; OH, 2,1.

On remarquera que la teneur en gaz triatomiques est très élevée (64,5 %).

Calculs des températures. — Ils ont été exécutés à partir des chaleurs spécifiques déduites des expériences de Nernst Wohl et des données spectrales. (On a utilisé les tableaux publiés par Montagne, *loc. cit.*) Pour les chaleurs de formation on a utilisé les indications des Landolt-Tabellen de 1931. Voici les valeurs des caractéristiques calculées pour les différentes pressions :

Pressions (kg/cm²).	Température absolue d'explosion.	Force.	Covolume α (1/1000 du vol. spécifique).
	°		
4000....................	3314	11132	0,887
2000....................	3278	11043	0,890
1000....................	3229	10913	0,893

à partir de ces valeurs on calcule, pour les différentes densités de chargement, les pressions suivantes, que nous comparerons aux pressions expérimentales corrigées du refroidissement :

Δ.	Pressions calculées.	Pressions expérimentales corrigées du refroidissement.	Différence.	Différence (%).
0,1250..........	1548	1574	+ 26	+1,7
0,2029..........	2748	2681	− 67	−2,4
0,2800..........	4145	4053	− 92	−2,2
0,300...........	4551	4395	−156	−3,4

(1) Pierre Montagne, *Calcul numérique des équilibres chimiques en phase homogène*, Paris, 1934.

Dans ces calculs nous avons adopté, suivant la méthode classique, une valeur du covolume égale à 1/1000 du Vo ou volume spécifique (volume gazeux mesuré à 0° et 760^{mm} dégagé par la combustion de 1^{kg} de l'explosif) et utilisé la formule d'Abel $P = f\Delta/(1-\alpha\Delta)$. Mais le covolume peut être déterminé directement à partir des pressions expérimentales et des valeurs de la force théorique. En portant sur un graphique, en abscisses $P\Delta$, en ordonnées $P - f\Delta$, on obtient une droite, passant par l'origine, dont la pente est égale au covolume α.

La valeur moyenne ainsi obtenue est de 0,821 (le covolume ne varie théoriquement que de 1 pour 100 entre 1000 et 4000 kg/cm².

Voici la comparaison des pressions expérimentales corrigées et des pressions théoriques calculées à partir du covolume ainsi déterminé :

Δ.	Pressions calculées.	Pressions expér. corrigées du refroidissement.	Différence.	Différence.
	kg	kg	kg	%
0,1250	1530	1574	+44	+2,9
0,2029	2669	2681	−12	−0,4
0,2800	4049	4053	+ 4	+0,1
0,3000	4438	4395	−43	−1,0

En résumé l'utilisation des valeurs actuellement admises pour les chaleurs spécifiques des gaz à haute température et pour les constantes d'équilibre permet de calculer, avec une approximation remarquable, les pressions explosives pour des mélanges donnant naissance à des gaz riches en vapeur d'eau (explosifs à base de nitrate d'ammoniaque). Dans les calculs le covolume qui figure dans la formule d'Abel, doit être pris égal à 1/1080 *du volume spécifique* (Vo) *et non à* 1/1000 *comme il est actuellement admis.*

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le rayonnement β de l'actinium C″, du mésothorium* 2 *et de l'uranium X_1 et ses dérivés.* Note [1] de M. **Marcel Lecoin**, présentée par M. Jean Perrin.

Poursuivant mes recherches sur le rayonnement β primaire des corps radioactifs, j'ai repris l'étude de l'actinium C″ seul, puis celle du mésothorium 2, enfin celle de l'uranium X_1 en équilibre avec UrX_2 et Uz.

J'ai décrit [2] la méthode employée : les trajectoires de brouillard circulaires, produites par les rayons β dans une chambre Wilson, placée

(1) Séance du 20 mai 1935.

(2) *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 405.

dans un champ magnétique uniforme sont photographiées stéréoscopiquement; le rayon de courbure de chaque trajectoire est déterminé par la mesure d'une corde et de la flèche correspondante au moyen du stéréo-comparateur de Pulfrich.

Les feuilles minces de cellophane ou d'or portant le radioélément sont placées verticalement suivant l'axe de la chambre; ce nouveau dispositif

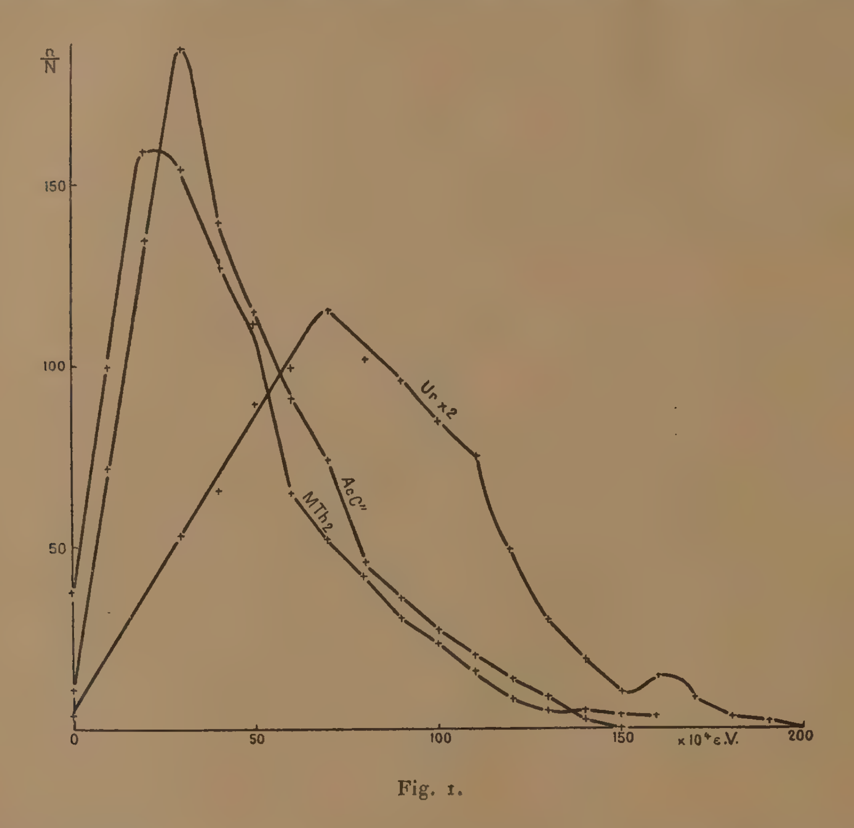


Fig. 1.

permet d'étudier le rayonnement émis par le radioélément, sans aucune filtration à travers la matière, et en particulier de compter les rayons ayant une énergie comprise entre 40 et 80.10^3 EV; d'autre part, il permet en même temps d'étudier la modification subie par ce même rayonnement après son passage au travers de la feuille. L'actinium C″ était préparé par recul sur une feuille de cellophane de 8/100 de millimètre, introduite avant chaque détente dans la chambre; le mésothorium 2, préparé par la méthode indiquée par Haissens Ky (¹), était déposé sur une feuille sem-

(¹) *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1788.

blable. L'uranium X_1, préparé par la méthode de Guy et Russel [1], était déposé sur une feuille d'or de 4/100 de millimètre.

Les courbes de répartition de l'énergie (abscisses : énergies, ordonnées : rapport du nombre n de rayons β observés avec cette énergie au nombre total N de rayons observés pour un même corps) correspondant aux rayonnements non filtrés sont représentées sur la figure 1; le nombre N est de 550 pour AcC″, de 845 pour Mth 2 et de 1724 pour UrX_1 et ses dérivés. Les courbes correspondant aux rayonnements filtrés seront publiées ultérieurement. Dans le cas des corps déposés sur cellophane (AcC″ et Mth 2), les courbes relatives au rayonnement filtré et au rayonnement non filtré se superposent exactement à partir de 10^6 EV. En tenant compte, d'autre

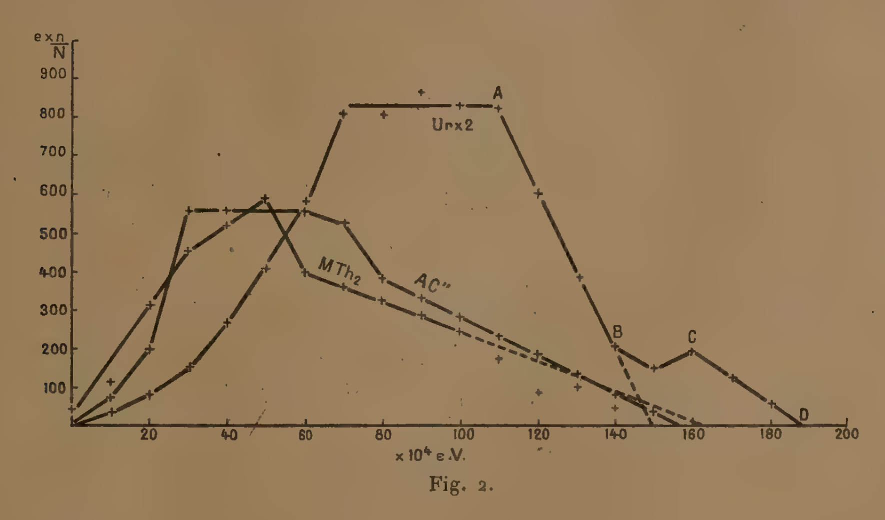


Fig. 2.

part, pour AcC″ des résultats déjà publiés, les portions de courbes de l'AcC″ et du Mth 2 comprises entre 10^6 EV, et la fin du spectre sont déterminées avec une précision correspondant à N = 1500.

L'énergie moyenne de chacun de ces corps est déterminée par la mesure de la surface de la courbe obtenue en portant en abscisse l'énergie et en ordonnée le produit du rapport n/N par l'énergie moyenne de ces n rayons; les trois courbes ainsi obtenues sont représentées figure 2. Elles définissent une énergie moyenne de $4,2.10^5$ EV pour le mésothorium 2, de $4,7.10^5$ EV pour AcC″, et de $7,35.10^5$ EV pour l'uranium X_1. Ces courbes présentent toutes du côté des hautes énergies une partie rectiligne. Dans le cas, de AcC″ et de Mth 2, ces droites coupent l'axe des abscisses en

---

[1] *Journal of the Chemical Society*, 124, 1924, p. 2618.

des points qui correspondent à l'énergie maximum observée pour ces corps, au degré de précision des expériences. Elles définiraient avec précision ces énergies : soient $1,56.10^6$ EV pour AcC″ et $1,63.10^6$ EV pour Mth 2.

Dans le cas de UrX_1, la partie rectiligne AB coupe l'axe des abscisses en un point nettement différent de la fin du spectre. Or la transformation de l'UrX_1 en UrX_2 est une transformation β d'énergie inférieure à 10^5 EV; la désintégration β de l'UrZ a une énergie comparable, la courbe représentée plus haut correspond donc à la désintégration de l'UrX_2, jusqu'en AB; la partie supplémentaire BCD (30 rayons pour 1000), correspondrait peut-être à la désintégration de l'UrX_1 en UrZ; il faudrait alors admettre une valeur de la bifurcation dix fois plus forte que celle qui est admise généralement (3 pour 100 au lieu de 0,3 pour 100).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude spectrophotométrique de l'adsorption du cuivre en solutions ammoniacales par l'hydroxyde ferrique précipité.* Note de Mme **Lucile-S. Mathieu-Lévy**, présentée par M. Georges Urbain.

Nous avons donné [1] les résultats relatifs à l'adsorption du cuivre en solutions ammoniacales par l'hydroxyde ferrique, et à l'étude du pH de ces solutions. Comme elles contiennent, en particulier, un complexe cupri-amminé beaucoup plus coloré que les ions cupri-hydratés, nous avons pensé qu'une étude de l'absorption lumineuse pourrait fournir des renseignements sur l'adsorption propre du complexe.

Nous avons mesuré avec un spectrophotomètre les valeurs $\varepsilon = \log I_0/I$ de l'absorption des solutions étudiées dans la Note précédente, pour la longueur d'onde $600^{m\mu}$ qui est la plus favorable. Pour cette longueur d'onde, en effet, les valeurs du coefficient d'absorption moléculaire sont : $k_1 = 1$ pour les ions $[Cu(H^2O)^4]^{++}$ et $k_2 = 55$ pour les ions $[Cu(NH^3)^4]^{++}$ qui est le complexe prédominant [2].

La courbe représentative des valeurs de ε en fonction des concentrations en ammoniaque monte d'abord lentement, puis rapidement dans une portion présentant une tangente d'inflexion, et tend enfin vers une limite pour laquelle nous admettons que la formation du complexe est achevée. Le rapport $[NH^4OH]/[Cu]$ qui correspond au maximum d'adsorption se trouve, dans les trois cas, au début de la portion à tangente d'inflexion.

---

(1) L.-S. Mathieu-Lévy, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1751.
(2) P. Job, *Ann. Chim.*, 10e série, 9, 1928, p. 184.

Le tableau donne les différences $\Delta\varepsilon$, des valeurs de ε, avant et après adsorption du cuivre. Les courbes $\Delta\varepsilon = f[(NH^4OH)]$ présentent toutes un maximum dont l'abscisse croît avec la concentration en cuivre et ne correspond pas à celle du maximum d'adsorption. La connaissance des coefficients d'absorption moléculaire k_1 et k_2 montre d'abord qu'il est impossible d'attribuer les variations de ε à la disparition d'ions $[Cu(H^2O)^4]^{++}$. Il

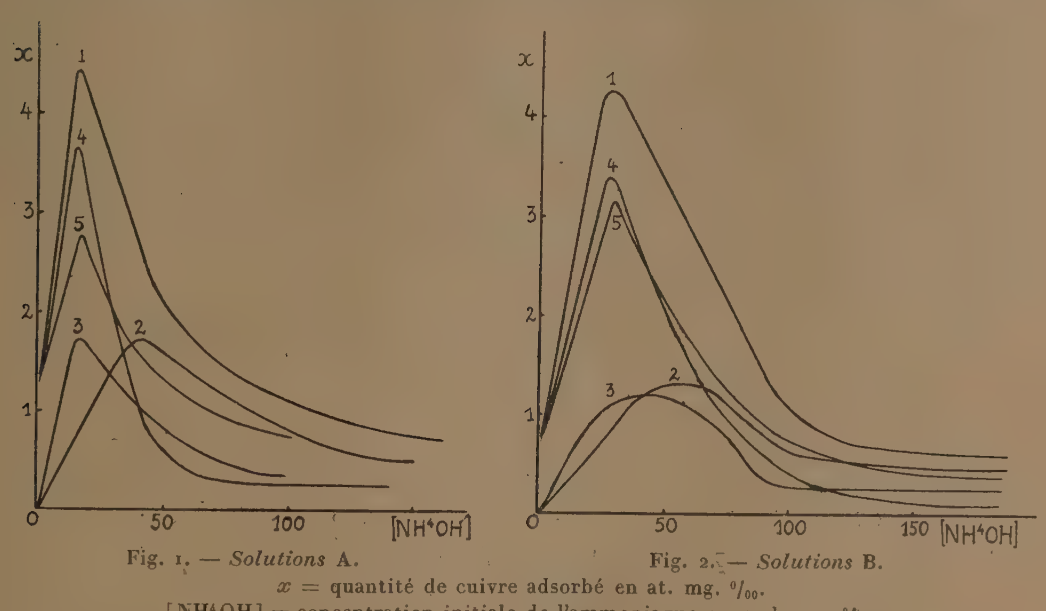


Fig. 1. — *Solutions* A. Fig. 2. — *Solutions* B.

x = quantité de cuivre adsorbé en at. mg. °/₀₀.

[NH⁴OH] = concentration initiale de l'ammoniaque en mol. mg. °/₀₀.

faut admettre que des ions cupri-amminés ont disparu au cours de l'adsortion. Supposons que ces ions aient été adsorbés : on peut calculer le poids de cuivre adsorbé à partir des valeurs de $\Delta\varepsilon$. En fonction de $[NH^4OH]$, ces valeurs passent naturellement par un maximum de même abscisse que $\Delta\varepsilon$, les ordonnées correspondantes étant toujours inférieures (courbes 2) à celles qui représentent le cuivre total adsorbé (courbes 1).

D'autre part, nous avons effectué le dosage acidimétrique des solutions cupri-ammoniacales avant et après adsorption et constaté la disparition d'une certaine quantité Δ d'ammoniaque. On a déterminé par la même méthode la quantité Δ' d'ammoniaque adsorbée par l'hydroxyde ferrique en l'absence de cuivre, toutes autres conditions étant maintenues les mêmes. Les différences $\Delta - \Delta'$ permettent de calculer la quantité de complexe disparue de la solution au cours de l'adsorption (courbes 3).

On constate que les courbes 2 et 3 ne coïncident pas. La discussion des erreurs apportées dans les deux méthodes de mesures utilisées, par le

déplacement au cours de l'adsorption de l'équilibre

$$[Cu(NH^3)^4]^{++} \rightleftharpoons Cu^{++} + 4NH^3,$$

montre que la représentation de l'adsorption du complexe est en réalité une courbe intermédiaire entre les courbes 2 et 3. Cette courbe ne se confond pas avec la courbe 1. On est donc amené à admettre que le cuivre se trouve adsorbé, en partie sous forme de complexe, en partie sous forme d'hydroxyde colloïdal [courbes intermédiaires entre les courbes 4 (différence entre 1 et 2) et 5 (différence entre 1 et 3)]. Chacune de ces adsorptions présente un maximum. Le maximum d'adsorption de l'hydroxyde correspond au début de la formation rapide du complexe; celui du complexe correspond à la fin de formation du complexe. L'adsorption diminue aux fortes concentrations en ammoniaque parce que celle-ci intervient alors par ses propriétés basiques.

		$\Delta\varepsilon$.	
$[NH^4OH]$.	Solutions A.	Solutions B_1.	Solutions C.
4,66	–	0	–
9,32	0,01	0,01	–
13,9	–	0,02	–
18,65	0,05	0,025	0,01
23,30	–	0,03	–
28	0,08	0,04	–
32,6	–	0,05	–
37,3	0,08	0,055	–
46,6	0,09	0,07	–
55,8	0,08	0,15	–
74,6	–	–	0,01
93,2	0,55	0,09	0,03
139	0,255	–	0,06
186,5	0,2	0,025	0,02
373	0,02	0,005	–

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Le dosage de l'ozone atmosphérique par la fluorescéine.* Note de M. **Wilfried Heller**, présentée par M. Aimé Cotton.

M. A. Maché vient de publier quelques remarques au sujet du dosage de l'ozone par la fluorescéine [1]. Nous nous étions occupé également de cette

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1760.

question en envisageant surtout l'application au dosage de l'ozone atmosphérique. Nous désirerions donner ici un bref résumé de notre étude dont les résultats complets seront publiés ailleurs.

Le dispositif expérimental différait de celui qui avait été proposé par L. Benoist ([1]). Le gaz à étudier passait dans une colonne remplie de la solution de fluorescéine. Il traversait ensuite une autre colonne qui contenait une liqueur iodométrique et qui servait à la détermination de la vitesse maximum permise pour l'écoulement du gaz. Nous avons mesuré la diminution après un certain temps de la fluorescence produite par la réaction au lieu de mesurer — ce qui aurait été moins précis — le temps nécessaire à une destruction complète. Nous comparions directement les fluorescences à celles données par une série de solutions témoins de fluorescéine de titres connus (variant de 3,3 à $3,3.10^{-7}$ mg par centimètre cube). En employant un nicol nous avons éliminé la diffraction de la lumière (surtout par les poussières) qui gêne beaucoup la détermination d'une fluorescence faible.

Dans l'oxygène ozonisé qu'on employait la fraction de la pression totale attribuable à l'ozone a varié entre $6,9.10^{-3}$ et $2,1.10^{-7}$. Pour des teneurs en ozone de plus en plus faibles nous avons employé comme réactifs des solutions de fluorescéine de plus en plus diluées (jusqu'à $3,3.10^{-6}$ mg/cm³). Quoique applicable, cette méthode pour plusieurs raisons ne peut pas encore être considérée comme tout à fait satisfaisante.

1° Il y a une autodestruction de l'ozone dont la vitesse est donnée en première approximation ([2]) par la relation

$$-\frac{d(O_3)}{dt} = \frac{2}{3}k_1[O_3][OH^-] + 2\sqrt{\frac{k_1k_2k_3}{k_4}}[O_3]^{\frac{3}{2}}[OH^-]^{\frac{1}{2}}.$$

Étant donné l'alcalinité des solutions de fluorescéine, le rapport r de la masse d'ozone à celle de fluorescéine, tel qu'il se calcule sur la base des analyses, varie avec le pH, ce que remarque d'ailleurs aussi M. Maché. On pourra probablement écarter cet inconvénient : on cherchera quelle est la valeur minima du pH pour laquelle la réaction *parasite* ne soit pas trop gênante sans que la réaction de fluorescéine devienne trop lente.

2° r augmente aussi avec la destruction progressive de la fluorescéine. Mais ce défaut pourra être atténué si l'on arrête la réaction quand il reste au minimum 5 pour 100 de la concentration initiale en fluorescéine ; car

([1]) *Comptes rendus*, 168, 1919, p. 612.

([2]) Voir P. Weiss, *Trans. Faraday Soc.*, 31, 1935, p. 668.

c'est seulement à partir de là que la variation systématique de r est très sensible.

3° r augmente encore avec la diminution de la pression partielle en ozone. Il croît de plus du double en passant par exemple d'une pression partielle de 2.10^{-5} à 2.10^{-7}. Quelle que soit la cause de cette variation singulière, elle nous paraît liée à des causes expérimentales telle que celle-ci : L'ozone passe au cours de sa dilution progressive sur une grande surface de verre. Or, pour de très faibles concentrations en ozone, l'adsorption et la décomposition de ce corps sur les parois jouent nécessairement un rôle de plus en plus important. C'est pour cette raison que nous avons dû nous arrêter à une pression partielle de $2,1.10^{-7}$, soit une concentration à peu près 10 fois supérieure à celle de l'ozone dans les couches basses de l'atmosphère.

Nous nous sommes particulièrement préoccupé de l'influence quantitative des autres gaz qu'on rencontre dans l'atmosphère. Les résultats obtenus semblent être assez encourageants. Ni l'oxygène, ni l'azote purs n'ont aucune influence. Les composés oxygénés de l'azote ne donnent que des effets négligeables vis-à-vis de l'effet produit par l'ozone. En particulier. NO agit 10^{11} fois moins que l'ozone pour une concentration équivalente. Pour des pressions partielles comprises entre 10^{-3} et 10^{-5}, NO^2 est 50 à 100 fois moins actif que l'ozone ayant une pression partielle équivalente. Enfin le CO^2 a aussi une influence, mais qui est encore 10 à 50 fois inférieure à celle du NO.

La méthode à la fluorescéine pourrait donc présenter des avantages décisifs vis-à-vis des méthodes iodométriques. En effet. même si celles-ci permettaient un dosage exact de l'ozone pur et très dilué, ce qui n'est pas encore prouvé, elles ne peuvent, si on les applique à l'atmosphère, que donner des résultats complexes. Elles donnent, pour la concentration en ozone dans l'air atmosphérique, des valeurs trop élevées, puisque les composés oxygénés de l'azote, qui sont toujours présents, interviennent alors.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la constitution des alliages magnésium—zinc—silicium riches en magnésium.* Note [1] de MM. **Émile Elchardus** et **Paul Laffitte**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

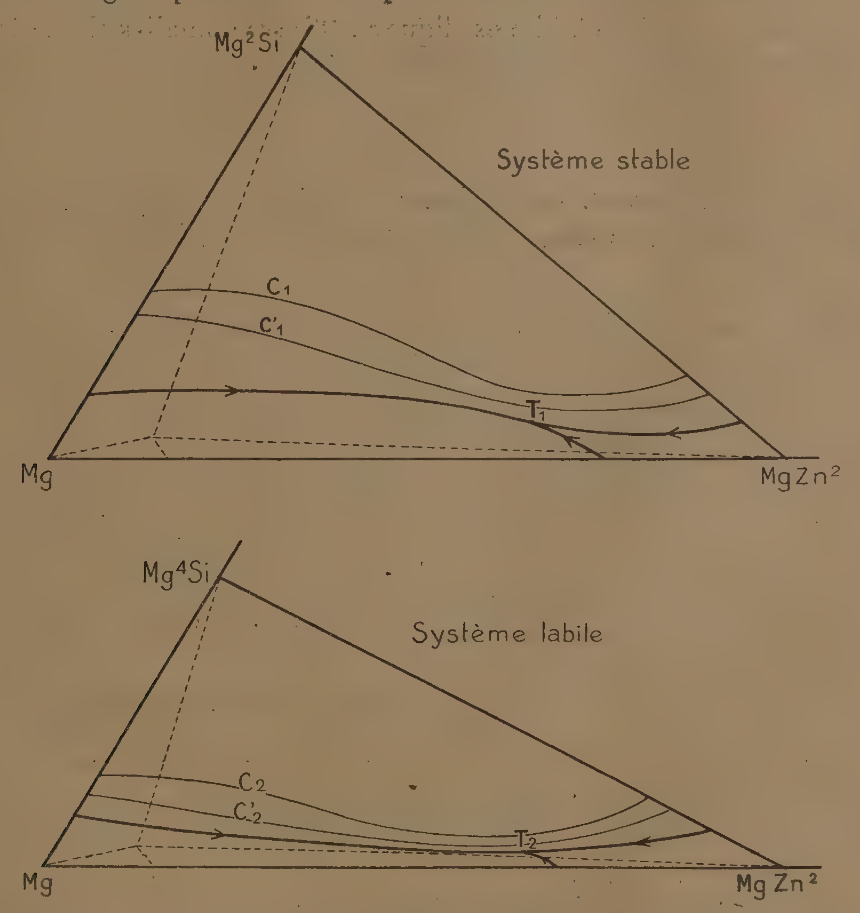
De nouvelles recherches sur les alliages Mg—Si—Zn riches en Mg nous ont conduit à compléter nos résultats antérieurs [2] sur la constitution de

---

(1) Séance du 27 mai 1935.

(2) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1125.

ces alliages. Nous avons en particulier reconnu l'existence d'un système labile dû au siliciure instable Mg^4Si fondant à 932°. Ce composé forme dans le binaire Mg—Si un eutectique à 2,7 pour 100 de silicium fondant à 575°. Il en résulte pour le ternaire Mg—Zn—Si la possibilité de deux systèmes l'un stable, l'autre labile et que nos recherches, tant par analyse thermique que par métallographie, nous ont permis d'établir de la manière suivante, les domaines d'existence des phases à l'état solide restant conformes à la figure publiée dans la précédente Note.



Dans le système stable le diagramme d'équilibre thermique ayant pour sommets Mg — $MgZn^2$ — Mg^2Si forme un système à eutectique ternaire T_1 (dont la composition est celle donnée dans la précédente Note) avec trois surfaces de dépôt primaire sans zone de non-miscibilité. Le système labile correspondant à Mg — $MgZn^2$ — Mg^4Si est semblable au précédent; il présente un eutectique ternaire T_2 fondant à 314° et de composition : Mg 51,85; Zn 47,7; Si 0,45.

La sensibilité de la méthode employée a permis de mettre en évidence dans le système stable, à l'intérieur de la zone de dépôt primaire de Mg^2Si, un domaine limité par deux surfaces réglées, engendrées par des droites s'appuyant d'une part sur la perpendiculaire au triangle des concentrations élevée au point représentatif de Mg^2Si et d'autre part sur deux courbes C_1 et C_2 de la surface de dépôt primaire de Mg_2Si. A l'intérieur de ce domaine coexistent deux phases solides et une phase liquide. Le système labile possède également une zone analogue.

L'existence du système labile explique certaines anomalies observées lors de l'étude des propriétés physiques et mécaniques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Carbonates basiques de magnésium.* Note de Mme **Léone Walter Lévy**, présentée par M. Georges Urbain.

L'étude de la formation par voie humide des carbonates basiques de magnésium a révélé jusqu'ici l'existence certaine d'un seul composé basique : l'hydromagnésite (1). Sa formule restait discutée; nous avons donné des arguments en faveur de $5MgO, 4CO^2, 5H^2O$ (2).

L'étude de la décomposition du sel double $CO^3Mg, CO^3K^2, 4H^2O$ en vase clos, de 100° à 200°, par les solutions de carbonate et de bicarbonate de potassium, nous a permis de déceler l'existence de deux composés basiques nouveaux (3). Les résidus de décomposition examinés aux rayons X. présentent en effet deux diagrammes caractéristiques (4). Nous désignerons ces composés par les lettres B et C.

Au cours de la réaction, de l'hydromagnésite, de la magnésie $Mg(OH)^2$

---

(1) G.-R. Lévi, *Annali di Chimica applicata*, 14, 1924, p. 295; Menzel et Bruckner, *Zeit. für Electrochemie*, 36, 1930, p. 63; G.-R. Lévi et D. Giron, *Gazzetta Chimica Italiana*, 62, 1932, p. 218.

(2) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1818.

(3) Ces composés se forment aussi dans la décomposition, dans les mêmes conditions, du sel $CO^3Mg, CO^3Am^2, 4H^2O$. L'un de ces composés, que nous désignerons ultérieurement par la lettre C, se forme aussi dans la double décomposition du carbonate de potassium en solution concentrée par le sulfate de magnésium. Il apparaît encore dans la décomposition du sel $CO^3Mg, 3H^2O$ par les solutions concentrées de carbonate de potassium.

(4) Nous devons ces diagrammes à MM. M. Mathieu et C. Kurylenko.

et de la giobertite CO^3Mg, peuvent aussi apparaître. Les deux carbonates basiques nouveaux ainsi que l'hydromagnésite sont instables dans les conditions où ils prennent naissance et se transforment avec le temps en CO^3Mg et $Mg(OH)^2$ [1].

La formation de ces composés dépend de nombreux facteurs : température, durée des essais, concentration en carbonate et en bicarbonate des solutions, masse de sel mis en œuvre, etc. La magnésie se forme dans les solutions de carbonate de potassium, le composé de spectre C, dans les solutions concentrées (teneur en K^2O à 5 mol/l) et pauvres en bicarbonate (rapport $CO^2/K^2O = 1,04$ à $1,08$, durée de l'essai : 1 heure, à 150°).

Le composé B prend naissance dans les solutions diluées ou moyennement riches en bicarbonate ($CO^2/K^2O = 1,15$ à $1,75$, durée de l'essai : trois quarts d'heure à 175°) et à partir du sel initial non pulvérisé seulement. L'hydromagnésite est produite dans les solutions riches en bicarbonate, à partir du sel pulvérisé ou non, ainsi que dans les solutions moyennement riches en bicarbonate ou diluées à partir du sel pulvérisé. La giobertite apparaît lorsqu'on augmente la quantité de sel initial mis en œuvre (à partir de 0,05 mol/l) et lorsqu'on prolonge la durée des essais.

L'analyse chimique des précipités présentant des spectres caractéristiques purs a donné pour l'hydromagnésite, lavée à l'eau, séchée à 110°, le rapport $CO^2/MgO = 0,794$, $H^2O/MgO = 1,000$, ce qui confirme la formule déjà établie.

Nous avons trouvé pour le composé C, lavé à l'eau, séché à 110° :

$K^2O/MgO = 0,11$ à $0,13$; $CO^2/MgO = 0,72$ à $0,80$; $H^2O/MgO = 0,66$ à $0,72$.

Nous pouvons par suite admettre provisoirement la formule $8MgO, K^2O, 5CO^2, 5H^2O$.

En ce qui concerne le composé B, lavé à l'eau, séché à l'air [2]; nous avons pu établir des paliers de composition fixe en fonction des divers facteurs de la réaction. Le rapport CO^2/MgO est égal à $0,744 \pm 0,02$ (moyenne de six expériences).

La constance du rapport H^2O/MgO est moins bonne, ce rapport varie de 0,76 à 0,91. Pour les résidus les mieux cristallisés, c'est-à-dire présen-

---

(1) Nous avons déjà signalé que l'hydromagnésite se présentait comme un composé intermédiaire dans la formation de CO^3Mg (*loc. cit.*).

(2) Ce composé ne peut être séché à l'étuve à 110°, ni sur l'anhydride phosphorique à la température ordinaire, sans perdre de légères quantités de CO^2.

tant les spectres les plus nets, ce rapport est très voisin de 0,75. On peut donc attribuer à ce composé la formule $4MgO, 3CO^2, 3H^2O$, qui rappelle celle de l'acétate basique de glucinium $Gl^4O, 6CH^3CO^2$ (¹).

CHIMIE. — *Sur l'acide mannito-dimolybdique.*
Note de Mme **Zina Soubarew-Chatelain**, présentée par M. Georges Urbain.

Gernez (²), puis G. Tanret (³) et A. Honnelaître (⁴) ont montré que l'addition d'acide molybdique ou d'un molybdate alcalin à des solutions de mannite détermine, dans les solutions de ce dernier corps, un accroissement relativement considérable du pouvoir rotatoire, qui présente un maximum lorsque le rapport du nombre de molécules d'acide molybdique au nombre de molécules de mannite est sensiblement égal à 2.

G. Tanret, mettant en œuvre le paramolybdate d'ammonium (qu'il appelle heptamolybdate d'ammoniaque), a isolé à l'état cristallisé un complexe répondant au pouvoir rotatoire maximum des solutions de mannite, et auquel il a attribué la formule

$$(13MoO^3, 7NH^3, 7C^6H^{14}O^6 - 6H^2O)3H^2O.$$

A. Honnelaître, qui a opéré sur des solutions contenant des quantités égales de mannite et des quantités croissantes d'acide molybdique, est arrivé, tant par des mesures de pouvoir rotatoire que par des mesures de pH, aux conclusions suivantes :

1° par addition d'acide molybdique à la mannite, il se forme un seul composé défini ;

2° la courbe admet deux portions rectilignes reliées par un coude peu étendu, et se coupant en un point dont l'abscisse met en évidence l'existence d'un composé de la forme $(MoO^3)^2, C^6H^{14}O^6$;

3° ce composé est un acide dont la neutralisation par l'ammoniaque *doit* conduire au sel de Tanret, dont la composition serait très voisine de $2MoO^3, C^6H^{14}O^6, NH^3$ (aux molécules d'eau près).

Toute l'argumentation de Honnelaître repose sur l'interprétation de courbes, et sur l'hypothèse d'après laquelle les sels isolés des solutions

(¹) G. Urbain, H. Lacombe, *Comptes rendus*, **133**, 1901, p. 874.
(²) *Comptes rendus*, 162, 1921, p. 1500 ; *Bull. Soc. chim.*, **29**, 1939, p. 676.
(³) *Comptes rendus*, **112**, 1891, p. 1360.
(⁴) *Ann. de Chim.*, 3, 1925, p. 54.

doivent avoir la composition accusée par les points singuliers que présentent les courbes des mélanges.

Or il se présente parfois que des solutions dont les propriétés accusent, par la méthode des variations continues, la présence d'un sel d'une certaine composition, laissent déposer des sels cristallisés d'une composition différente.

Les conclusions de Honnelaître, bien que hautement probables, ne pouvaient donc être tenues pour définitives. Il eût fallu, pour atteindre ce résultat, que l'acide mannito-dimolybdique, dont Honnelaître a démontré l'existence en solution, ait été isolé et que sa composition s'identifiât à celle qu'accusent les points singuliers des courbes de mélanges.

C'est ce complément indispensable de démonstration qui fait l'objet de la présente Note.

De l'acide molybdique monohydraté et de la mannite, dans le rapport $2MoO^3, H^2O/C^6H^{14}O^6$, traités par l'eau à l'ébullition donnent à la longue une liqueur limpide. La présence d'un petit excès de mannite, ou de traces d'acide chlorhydrique ou de soude, favorisent la dissolution de l'acide molybdique dans la solution de mannite, et il suffit alors de chauffer à 80° pour obtenir assez rapidement une dissolution complète. Tout excès d'acide molybdique doit être évité, car il donne naissance au bleu de molybdène colloïdal qui gêne les opérations ultérieures.

Par refroidissement, les solutions limpides suffisamment concentrées laissent déposer des cristaux en aiguilles blanches très fines et d'aspect soyeux; 0,2 mol/g de MoO^3, H^2O et 0,1 mol/g de mannite dans 500$^{cm^3}$ permettent une bonne préparation. Séchés à l'air ou dans le vide, les cristaux ne bleuissent pas à la lumière solaire, et ils sont parfaitement homogènes au microscope.

Leur solution aqueuse est acide et accuse en solution aussi concentrée que possible un pH = 2,8. L'analyse leur assigne la composition

$$Mo^2O^7H^2, C^6H^{14}O^6, H^2O,$$

d'accord avec les données physicochimiques de Honnelaître : la molécule d'eau mise en évidence dans cette formule s'élimine dès 120°, et en élevant la température jusqu'à 180°, le poids de matière ne change plus; trouvé 3,83 pour 100; calculé 3,55 pour 100. Les autres dosages ont porté sur le sel ainsi déshydraté, qui doit être formulé $Mo^2O^7H^2, C^6H^{14}O^6$. MoO^3 pour 100 : trouvé 58,83; calculé 59,01; C pour 100 : trouvé 14,71; calculé 14,75; H pour 100 : trouvé 3,43; calculé 3,27. La pureté du résidu

MoO^3 de calcination a été controlée par la transformation en chlorhydrine molybdique.

Le complexe déshydraté $Mo^2O^7H^2, C^6H^{14}O^6$ se dissout plus aisément dans l'eau que son hydrate. La solubilité des deux sels croît avec la température. Le complexe mannito-dimolybdique présente les caractères d'un complexe parfait; c'est ainsi que l'acide molybdique y est dissimulé à son réactif le plus sensible, le ferrocyanure de potassium, qui, en liqueur acide, donne avec des traces d'acide molybdique ou de molybdates une coloration brune très caractéristique. Le nitrate d'argent ne donne pas de précipité immédiat; mais après plusieurs heures, ou par chauffage, un précipité jaune apparaît.

Ces résultats d'ordre purement chimique précisent les résultats d'ordre physique obtenus antérieurement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des cétones α-halogénées.* Note de M. **Georges Richard**, présentée par M. Marcel Delépine.

Ayant fait agir la potasse sèche et pulvérisée sur la chloro-1-phényl-1-propanone en solution dans l'éther anhydre, j'ai obtenu :

a, *une phase liquide*, d'où j'ai extrait une huile distillant entre 101° et 105° sous 12^{mm}. Cette huile réagit sur le chlorhydrate de semicarbazide pour former la semicarbazone de la phénylacétone fondant à 197° (¹) et la disemicarbazone du méthylphénylglyoxal qui fond à 231° (²). La production simultanée et en quantités à peu près équimoléculaires de phénylacétone et de méthylphénylglyoxal s'explique facilement par une action oxydoréductrice de la potasse :

$$2C^6H^5.CHCl.CO.CH^3 + 2KOH$$
$$\rightarrow 2ClK + OH^2 + C^6H^5.CO.CO.CH^3 + C^6H^5.CH^2.CO.CH^3;$$

b, *une masse solide*, soluble dans l'eau et formée de sels métalliques. Par addition d'acide minéral, sa solution aqueuse précipite de l'acide β-phénylpropionique $C^6H^5.CH^2.CH^2.CO^2H$, fondant à 48°,5-49° La production d'acide β-phénylpropionique semble ne pouvoir s'expliquer sans modification par le mécanisme que j'ai proposé dans le cas du chloro-1-diphényl-

(¹) Tiffeneau, *Comptes rendus*, 142, 1906, p. 1539.

(²) Auvers, *Ber. der chem. Ges.*, 50, 1917, p. 1612.

1.2-éthanal (¹). Si l'action de la potasse se bornait à un enlèvement d'acide chlorhydrique à la forme énolique de la cétone suivi du réarrangement moléculaire que j'ai admis, la chloro-1-phényl-1-propanone devrait en effet conduire à l'acide α-phényl propionique : $C^6H^5CH(CH^3)CO^2H$.

$$C^6H^5.C(Cl)=C(OH)-CH^3 \rightarrow C^6H^5.C=C(-O)-CH^3 + ClH,$$

$$C^6H^5.C=C(-O)-CH^3 \rightarrow \frac{C^6H^5}{CH^3}\rangle C=C=O + HOH \rightarrow \frac{C^6H^5}{CH^3}\rangle CH.CO.OH.$$

Par ce même mécanisme l'acide β-phénylpropionique dériverait, au contraire, de la chloro-3-phényl-1-propanone $C^6H^5.CH^2.CO.CH^2Cl$

$$C^6H^5.CH^2.C(OH)=CH(Cl) \rightarrow ClH + C^6H^5.CH^2.C(O-)=CH,$$

$$C^6H^5.CH^2.C(O-)=CH \rightarrow C^6H^5.CH^2.CH=C=O + HOH \rightarrow C^6H^5.CH^2.CH^2.CO^2H.$$

Il faut donc voir, entre les deux cétones isomères, une tautomérie dont j'essaierai tout à l'heure de préciser la nature.

De même, ayant fait agir la potasse sèche et pulvérisée sur une solution éthérée de chloro-2-phényl-1-butane-one-3, $C^6H^5.CH^2.CHCl.CO.CH^3$, j'ai obtenu de l'acide ω-phénylbutyrique, $C^6H^5.CH^2.CH^2.CH^2.CO^2H$, fondant à 51°. La production de cet acide ne peut également s'expliquer que par une tautomérie entre cette cétone et la chloro-4-phényl-1-butane-one-3, $C^6H^5.CH^2.CH^2.CO.CH^2Cl$,

$$C^6H^5.CH^2.CH^2.C(OH)=CH(Cl) \rightarrow HCl + C^6H^5.CH^2.CH^2.C(O-)=CH,$$

$$C^6H^5.CH^2.CH^2.C(O-)=CH \rightarrow C^6H^5.CH^2.CH^2.CH=C=O \rightarrow C^6H^5.CH^2.CH^2.CH^2.CO^2H.$$

Le mécanisme simple eut fait prévoir l'acide α-benzylpropionique

$$C^6H^5.CH^2.CH(CH^3).CO^2H$$

fondant à 37°. Enfin, l'action de la potasse sèche et pulvérisée sur la

(¹) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1432.

chloro-1-diphényl-1-1-propane $(C^6H^5)^2—CCl.CO.CH^3$ (préparée par action du chlorure de sulfuryle sur la diphényl-1-1-propanone et fondant à 63°,5-64°) m'a donné l'acide β-β-diphénylpropionique

$$(C^6H^5)^2CH.CH^2.CO^2H,$$

fondant à 154°. Ici encore une tautomérie entre cette cétone et la chloro-3-diphényl-1-1-propanone $(C^6H^5)^2.CHCOCH^2Cl$ permet d'interpréter la formation de cet acide. Il faut remarquer que dans ce dernier cas l'absence d'hydrogène sur le carbone portant le chlore ne modifie pas la nature de la réaction : la présence d'un hydrogène sur le carbone portant l'halogène n'est pas nécessaire pour les réactions anormales de la potasse. Si, donc, le mécanisme est le même dans les trois cas, l'énol qui intervient effectivement dans les deux premières réactions est

$$R.CHCl—\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}=CH^2 \quad \text{et non} \quad R.CCl=\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}—CH^3$$

car, dans le troisième cas un seul énol est possible, c'est

$$(C^6H^5)^2CCl.C(OH)=CH^2;$$

or, le premier énol et $R.CH=C(OH)—CH^2Cl$, sont des isomères synioniques (¹), qui peuvent se transformer l'un dans l'autre, et en tous cas laissent, lors du départ du chlore, des restes identiques; il est, dans ces conditions, tout à fait à prévoir que les cétones

$$R.CHCl.CO.CH^3 \quad \text{et} \quad R.CH^2.CO.CH^2Cl$$

devront se comporter de façon identique lorsque les formes énoliques interviendront.

MINÉRALOGIE. — *Sur la définition des sépiolites.*

Note de MM. **Henri Longchambon** et **Georges Migeon**.

L'étude comparative d'un certain nombre d'échantillons de sépiolites (²), et celle d'un de ces échantillons particulièrement remarquable (³), per-

(¹) Prévost, *Annales de Chimie*, 10e série, 10, 1928, p. 120.
(²) G. Migeon, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 471 et 946.
(³) H. Longchambon, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 949, 1331 et 1607.

mettent de donner des caractéristiques physiques et chimiques pouvant servir à la définition des sépiolites.

I. *Formule chimique.* — L'un de nous a proposé pour les sépiolites la formule de principe suivante :

$$Si^4O^{11}(Mg, H^2)^3 . 1H^2O.(H^2O)^z$$

comme rendant compte de la composition et des propriétés des sépiolites. Les propriétés et compositions des échantillons étudiés sont en accord avec cette hypothèse et sont représentées par les formules suivantes :

Salinelle	$Si^4O^{11}Mg^{2,72}H^{0,56} . 1H^2O.(H^2O)^z$	$z = 3,8$
Vallecas	$Si^4O^{11}Mg^{2,59}H^{0,82} . 1H^2O.(H^2O)^z$	$z = 3,7$
Ampandrandava	$Si^4O^{11}Mg^{2,58}H^{0,84} . 1H^2O.(H^2O)^z$	$z = 3,7$
Coulommiers	$Si^4O^{11}Mg^{2,53}H^{0,94} , 1H^2O.(H^2O)^z$	$z = 3,6$
Cabanas	$Si^4O^{11}Mg^{2,38}H^{1,24} . 1H^2O.(H^2O)^z$	$z = 3,2$
Schumla	$Si^4O^{11}Mg^{2,71}H^{0,58} . 1H^2O.(H^2O)^z$	$z = 5,2$

Les valeurs de *z* correspondant à de l'eau à caractère zéolitique, sont données pour des échantillons abandonnés à l'air du laboratoire. Le terme Mg correspond à la somme Mg + Ca + Fe.

II. *Caractéristiques physiques.* — L'homogénéité des radiogrammes de diffraction X par la méthode des poudres obtenus avec les échantillons ci-dessus permet d'étendre à cet ensemble les résultats obtenus avec la sépiolite d'Ampandrandava qui se prête seule à l'obtention de radiogrammes de fibres :

Minéral monoclinique pseudo-orthorhombique, axe C dirigé suivant la direction de fibres et paramètre $c = 5,32$ Å.

Rapport probable $a : b : c := 1,47 : 1 : 0,338$.

Densité : 2,15. Indice de réfraction moyen : 1,50. Extinction suivant la direction de fibre.

Les diffractions les plus intenses du rayonnement X par la méthode des poudres, la seule applicable à la majorité des échantillons, correspondent aux équidistances suivantes, calculées arbitrairement comme dues à des réflexions de premier ordre :

11,4	4,4	2,6	(intensité 10)
3,8	3,4	3,25	(intensité 4 à 6)

III. *Propriétés physicochimiques.* — Tous les échantillons sont complètement attaquables par l'acide chlorhydrique à 10 pour 100 à froid (12 48 heures).

Pour des variations de température de 0 à 1000° en 8 heures, l'échan-

tillon étant maintenu dans l'air à pression ordinaire sous tension de vapeur d'eau saturante à 15° on observe les propriétés suivantes communes à tous les échantillons précités :

Le terme $(H^2O)^z$ des formules ci-dessus représente de l'eau partant avant 350°, pouvant être intégralement réabsorbée à l'état de vapeur ou remplacée par des vapeurs d'autres substances. La valeur de z varie en fonction de l'humidité de l'atmosphère et, dans une certaine mesure, de la texture de l'échantillon. En moyenne $z = 3,5$ à 4. La perte ou reprise de cette eau se fait sans modification du réseau sensible par radiogrammes ou par courbe dilatométrique.

L'hydrate $Si^4O^{11}(Mg, H^2)^3.1H^2O$ se décompose progressivement à partir de 350°. Cette décomposition se traduit par une évolution du réseau aboutissant à une nouvelle structure, dénommée sépiolite II par l'un de nous, se marquant sur les radiogrammes de poudre principalement par une contraction des équidistances 11,4, 3,4 et 3,25 qui deviennent respectivement 10,3 très large et floue, 3,14 et 3,0. Ces modifications sont nettes lorsque la structure de la sépiolite II est bien installée, c'est-à-dire à partir de 500-550°. Sur les courbes dilatométriques elle se traduit par une contraction rapide aux environs de 350°.

La destruction du groupement $Si^4O^{11}(Mg, H^2)^3$ se produit vers 750° avec libération de l'eau contenue, destruction du réseau et, sur les courbes dilatométriques, contraction rapide à cette température.

Un chauffage à température plus élevée détermine dès 800° une recristallisation d'enstatite et vers 1100°-1200° une recristallisation de cristobalite. Sur les courbes dilatométriques on observe l'apparition vers 950° d'un état plastique.

L'analyse thermique différentielle enregistre également les modifications corrélatives des variations de température.

Ce procédé d'investigation qui fait la somme des variations d'énergie réticulaire, des chaleurs latentes de vaporisation de l'eau, des chaleurs de dissociation, de combinaison, et des variations de conductibilité thermique, donne dans un cas comme celui qui nous occupe des indications complexes qui ne peuvent être interprétées directement. D'autant qu'il exige pratiquement une vitesse de variation de la température en fonction du temps relativement grande, faisant empiéter les diverses anomalies les unes sur les autres. Pour ces raisons, nous n'avons pas fait état antérieurement des renseignements obtenus par ce procédé. De ceux-ci, en dehors du large phénomène endothermique correspondant au départ de l'eau zéolitique, une

seule anomalie nette se dégage comme indépendante dans une bonne mesure du mode opératoire, à savoir un phénomène exothermique aigu vers 750°-800°. Avec un échantillon comme la sépiolite de Schumla, ce phénomène est instantané comme explosif. Observé par Mlle Caillère (1) sur la sépiolite d'Ampandrandava il a été attribué par cet auteur à une chaleur de recristallisation de substance amorphe. Il coïncide en fait avec les variations d'énergie dues à la destruction du réseau de la sépiolite II et à la recristalisation immédiate d'enstatite.

LITHOLOGIE. — *Étude des gabbros de Zlatibor (Serbie occidentale)*. Note de M. **Stoyan Pavlovitch.**

Dans la partie méridionale du massif de péridotites de Zlatibor près de Priboj (Panja Glava et Mramorje) et au sud de Varda (Sirova Gora), on rencontre trois massifs de gabbros dont la superficie totale est de 18^{km^2} environ. Leur importance est donc nettement inférieure à celle des péridotites (2). Ils existent également dans le nord du massif sous forme de dykes à Rastište et Sjenožeta. Ces roches n'ont fait l'objet, jusqu'à présent, que de travaux restreints de Hammer puis de Marić. J'en ai poursuivi une étude détaillée sur le terrain et au laboratoire.

Les deux types les plus répandus sont des gabbros à olivine très peu déformés, plus ou moins riches en pyroxènes (Panja Glava et Mramorje) et des gabbros à pyroxène ouralitisé (Rastište) très fortement écrasés (Varda), au point de prendre la structure schisteuse et de constituer un passage aux amphibolites.

Dans le premier type, le plagioclase est une bytownite (70 à 90 pour 100 d'anorthite). Ses cristaux automorphes maclés suivant les lois de Carlsbad et de l'albite atteignent parfois 4 à 5^{cm} dans les types pegmatitiques (Sjenožeta). Ils se transforment en séricite, zoïsite, et parfois en prehnite. Le péridot, grenu, est enveloppé par les plagioclases et forme parfois avec eux une association à structure graphique. Il se transforme en antigorite β plus rarement en une trémolite très magnésienne. Les pyroxènes subordonnés aux autres minéraux sont l'augite, le diallage et la bronzite. L'ensemble présente parfois une tendance marquée à la structure ophitique.

L'examen en lumière réfléchie montre que la chromite est incluse dans

(1) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1626.
(2) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1864.

les plagioclases, et que l'ilménite est très fréquente dans les gabbros schillerisés sous forme de lamelles très fines disposées suivant les clivages des plagioclases ou des pyroxènes. La magnétite n'apparaît que dans les gabbros serpentinisés.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
SiO^2	43,78	43.24	42,58	43,02	47,16	50,44	44,98	41,48
Al^2O^3	26,10	20,01	21,71	17,86	20,26	14,79	13,30	6,20
F^2O^3	1,01	0,80	0,16	1,21	1,76	1,14	2,88	8,63
FeO	2,18	3,95	3,38	2,58	3,59	8,28	11,75	14,15
MnO	0,07	néant	0,09	0,08	0,11	0,24	0,22	0,22
MgO	9,54	15,57	12,47	16,70	10,29	8,38	5,29	5,72
CaO	13,12	10,24	13.86	12,46	12,66	11,18	10,88	10,40
Na^2O	1,65	1,55	1,06	1,08	1,81	3,06	2,57	2,04
K^2O	0,17	0,09	0,18	0,15	0,16	0,30	0,22	0,11
TiO^2	néant	néant	néant	néant	0,19	1,42	4,84	9,88
P^2O^5	»	»	»	»	néant	0,10	1,54	0,06
H^2O+	2,08	4,10	3,47	4,13	1,83	0,15	0,67	0,75
H^2O-	0,17	0,41	0,26	0,29	0,25	0,26	0,50	0,31
CO^2	néant	néant	1,04	0,39	trace	0,37	néant	trace
Fl	néant	0,09	0,09	0,09	trace	0,26	0,56	0,11
Cr^2O^3	0,06	néant	0,06	0,18	0,07	0,05	néant	néant
	100,09	100,17	100.41	100,22	100,14	100.42	100,20	100,06
Diopside	1,23	2,84	6,58	12,41	12,53	20,98	14,87	34,34
Hypersthène	–	–	–	–	7,49	11,03	17,48	0,83
Péridot	18,72	31,29	24,26	27,96	12,32	8,47	–	–
Minerais	1,39	1,16	0,23	2,08	2,85	4,36	13,30	31,38
An %₀	86	80	88	85	75	50	53	31
Σc	76,10	60,01	62,96	52,33	62,46	53,20	48,71	32,13

1. Allivalite (Panja Glava)............................... II.5.4(5).5[1'.5.1.1(2)]
2. Allivalite (Sjenožeta).................................. II(III).5.4(5).5[1.'5.1.1(2)]
3. Allivalite passage au gabbro à olivine (Varda Vidovići).. II.5.'5.5[1.4.1'.(1)2]
4. Allivalite, passage au gabbro à olivine (Panja Glava).... III.5.(4)5.5[1.4.1(2).1']
5. Gabbro à olivine (Mramorje).............................. II(III).5.(4)5.5[1'.(2)3.(1)2.'2]
6. Gabbro à olivine (Crni Kamen. Rudo).................. III.5.(3)4.5[1(2).2.2.2(3)]
7. Gabbro sans olivine (Rudo, Nikolići).................... III.5.4.5.[2(3).1.2.3]
8. Gabbro sans olivine (Rastište)........................... IV.4.3.5[3.1.2.3]

Dans le second type de gabbros, les plagioclases (65 à 85 pour 100 An) sont tordus ou fortement broyés. Leur saussuritisation est parfois complète. L'amphibole la plus fréquente est la trémolite ou l'actinote, rarement la hornblende; elles forment de grands cristaux à contours déchiquetés, ou de petites aiguilles disséminées dans les plagioclases, ou encore plus souvent, des touffes de cristaux enchevêtrés. L'augite et le péridot sont très rares. Ces roches généralement pauvres en minerais présentent parfois

(Rudo et Rastište) des concentrations de magnétite et d'ilménite à structure sidéronitique. L'ilménite en grands cristaux y est associée à des lamelles très fines d'oligiste orientées dans son réseau ; elle se trouve aussi en cristaux aciculaires régulièrement disposés dans la magnétite.

Dans la classification chimico-minéralogique de M. A. Lacroix ces roches forment une série continue et se rangent autour de quatre types (9 analyses de M. Raoult) : des allivalites leucocrates (analyses 1-2) à plagioclases très basiques sans chaux non feldspathisable et très riches en péridot, des allivalites moins leucocrates (analyses 3-4) formant le passage aux gabbros à olivine et plus répandues que les précédents, des gabbros à olivine francs (analyses 5-6) et enfin des gabbros dépourvus d'olivine et riches en minerais (analyses 7-8). Ce dernier type est plutôt rare.

Ces roches sont étroitement apparentées aux lherzolites avec lesquelles elles sont associées. En effet leur teneur en potasse est extrêmement faible, et l'on peut admettre avec Vogt qu'elles seraient le résidu extrême de la différentiation du magma lherzolitique avec enrichissement en soude, alumine et chaux. Enfin, la comparaison des analyses ci-dessus montre qu'il n'y a pas lieu de séparer, au point de vue magmatique, ces différents massifs de gabbros.

GÉOLOGIE. — *Le métamorphisme générateur de plissements.* Note de M. **René Perrin**, transmise par M. Louis de Launay.

La concordance étroite, dans les Alpes, entre le degré de métamorphisme de certains terrains et l'intensité des efforts auxquels ils ont été soumis, a conduit à l'hypothèse de dynamométamorphisme, autrement dit au « plissement générateur de métamorphisme » auquel, quand on constate l'apport d'éléments chimiques, on superpose un métamorphisme régional.

On explique l'orientation de minéraux de roches comme certains orthogneiss, orientation si souvent concordante avec l'allure générale du plissement, par la recristallisation orientée de granites déformés. Ceci suppose :

1° que celle-ci soit contemporaine du plissement ;

2° que, à la température permettant sa recristallisation, la roche soit assez peu plastique, pour que les pressions restent inégales ;

3° que la nouvelle cristallisation orientée ne soit plus modifiée par le maintien inévitable, pendant un certain temps, d'une température per-

mettant la recristallisation : tous faits peu en accord avec les observations courantes dans les métaux.

Une autre hypothèse peut expliquer la concordance étroite précitée. Si l'on admet le mécanisme du métamorphisme par réactions chimiques à l'état solide, conduisant même jusqu'au granite, formé à cet état, on est conduit logiquement à la notion du « métamorphisme générateur de plissement ». La comparaison des densités des corps, silice-alumine-chaux, etc., et des feldspaths ou micas montre qu'un sable ou argile absorbant par diffusion solide de la soude, de la potasse, etc., augmente obligatoirement de volume, sans parler de la dilatation due à la chaleur dégagée par la réaction. D'où efforts mécaniques, générateurs de poussées verticales, pouvant s'accompagner d'éclatements ouvrant la voie aux infiltrations de magma et de poussées latérales.

Les réactions chimiques, accompagnées d'expansion, tendent à se propager dans le plan perpendiculaire à la pression la plus forte, donc parallèlement à l'orientation des cristaux : gneiss injectés et tendance à l'extension du métamorphisme en direction des couches. Par montée de température accompagnée ou non d'échanges chimiques nouveaux, il y a recristallisation grenue, la température à laquelle celle-ci peut se produire dépendant de la nature de la roche : *le granite efface la trace du plissement.* Les enclaves des roches ou des cristaux peuvent garder la trace de plissements, qui ne sont que les épisodes d'un même mouvement. Enfin, la continuation de la réaction et de l'expansion corrélative en d'autres points, déforme roches et cristaux déjà formés.

L'existence, signalée par Marcel Bertrand et Termier, d'une série cristallophyllienne dans chaque chaîne, peut induire à trouver dans le métamorphisme solide, accompagné obligatoirement d'expansion, le moteur cherché pour les plissements, moteur chimique, à action lente.

De toutes façons, les actions de métamorphisme générateur de plissements et de roches grenues formées à l'état solide, si elles étaient confirmées, apporteraient de profondes modifications dans la tectonique en général, et pour les Alpes, dans la conception et la division des nappes et pourraient changer l'âge attribué à certaines roches, peut-être même à certains massifs.

L'existence de chaînes de montagnes serait liée à l'existence du métamorphisme, donc à la sédimentation et à l'existence d'une atmosphère, d'où l'absence de chaînes dans la lune.

GÉOLOGIE. — *Structure géologique de l'Oubangui-Chari central.* Note [1] de M. **Jean Lombard**, présentée par M. Lucien Cayeux.

Dans une Note récente, j'ai résumé les caractères lithologiques des différents termes de la série de schistes cristallins qui affleure dans l'Oubangui-Chari central, soit de bas en haut :

1. Quartzites ferrugineux et quartzites grossiers; 2. Schistes à disthène et sillimanite; 3. Paragneiss à microcline, oligoclase et micas; 4. Para-amphibolites variablement feldspathiques; 5. Mica et chloritoschistes localement grenatifères; 6. Quartzites; 7. Schistes amphiboliques à zoïsite; 8. Quartzites saccharoïdes; 9. Phyllades.

La disposition structurale de cet ensemble apparemment concordant répond aux caractères essentiels suivants :

A. *Répartition des facies.* — Immédiatement à l'ouest de la Kotto, les formations siliceuses sont réduites à des bancs de quelques dizaines de mètres de puissance, tandis que les amphibolites, les schistes à amphibole et les phyllades atteignent, chacun en ce qui les concerne, de 100 à 200^m, voire davantage. Au nord de la route de Bambari à Grimari, les micaschistes conservent une épaisseur de quelques dizaines de mètres; mais les formations amphiboliques disparaissent progressivement vers l'Ouest pour faire place aux quartzites. Il semble donc que l'on puisse distinguer, à l'origine, une zone de sédimentation siliceuse à l'Ouest, tandis que des dépôts alumino-calciques s'accumulaient dans la zone orientale de la région étudiée.

Le complexe ne paraît pas avoir une puissance supérieure à 1000^m ; ce qui indique une sédimentation probablement épi-continentale effectuée en bordure de ce qui devait être à cette époque le bouclier africain.

B. *Tectonique.* — *a.* Un premier style tectonique est observable notamment au sud du 5e parallèle nord. Les formations y sont horizontales (Pouloubou) ou affectées d'ondulations à grand rayon de courbure. On y relève des accidents verticaux (failles) et des glissements tangentiels.

b. Au nord du 5e parallèle, les mêmes formations se présentent avec des pendages beaucoup plus forts; de véritables plissements, dont le style exact est encore mal déterminé, sont observables; ils font apparaître les quartzites inférieurs de la série.

---

(1) Séance du 27 mai 1935.

c. Enfin, en divers endroits : entre Ato et M'Bago, entre Alindao et la Bakou, et à 33^{km} au sud-ouest de Bambari, gneiss, amphibolites, micaschistes et quartzites apparaissent redressés à la verticale et parfois réduits par écrasement à une épaisseur relativement faible. Ces accidents sont d'autant plus frappants qu'ils sont situés dans la région où, en règle générale, la couverture est le moins plissée.

Si le passage du style (*a*) au style (*b*) est aisément concevable et même apparent sur le terrain, la signification des couches redressées nous échappe encore, aucune charnière n'ayant été observée.

Dans la région peu plissée, deux vastes synclinaux sont bien dessinés en direction méridienne ; le cours moyen de la Banghi est établi sur l'anticlinal intermédiaire.

Plissements, redressements et failles affectent trois directions privilégiées qui sont, par ordre de fréquence : N-S ; NO-SE et NE-SW. En de nombreux points, les roches présentent des stries de glissement qui, quels que soient la direction et le pendage de la stratification, sont orientées sensiblement N-S. Leur étude minutieuse semble indiquer une poussée venant du Sud.

C. *Intrusions*. — Des intrusions diabasiques ont été relevées au nord de Mobaye, à l'est de Djambo et au km. 58 de la route de Bambari à Alindao.

Localement près de Roandji (riv. Goudo) et près de Pouloubou (riv. Nongo), on trouve des filons isolés, pegmatitiques, très tourmalinifères. Ce sont les seuls indices qui aient été rencontrées d'intrusions granitiques qui demeurent masquées.

J'ai ainsi défini les caractères essentiels d'un complexe de schistes cristallins pour lequel je propose la dénomination de *Système du Haut Oubangui*, du nom de l'importante rivière dont le bassin s'étend sur toutes les formations intéressées.

Sur ce système, repose en apparente discordance, un complexe d'argillites, de poudingues et de quartzites (*Système de Fouroumbala*), dont le métamorphisme est beaucoup moins intense. Ces formations affleurent le long de la basse Kotto, à l'est et au sud de Fouroumbala, et couvrent de vastes espaces entre cette rivière et la haute M'Bari. Elles sont généralement sub-horizontales ; mais sont affectées par de nombreuses failles le long desquelles elles peuvent être redressées jusqu'à la verticale. Je leur rapporte sans certitude un témoin isolé qui subsiste, horizontal, près du village de Dugbia, au sud d'Alindao.

L'altération latéritique est générale dans la région que j'ai parcourue, à

l'exception de la zone occupée par le Système de Fouroumbala. Elle affecte jusqu'aux alluvions récentes qui, dans la vallée de certaines rivières importantes (Banghi), couvrent des espaces considérables.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des couches du Djebel Tenouchfi (département d'Oran).* Note de M. **Gabriel Lucas**, présentée par M. Lucien Cayeux.

Le Djebel Tenouchfi, situé à 42^{km} au Sud-est d'Oudjda et à 50^{km} au Nord-ouest de Tlemcen, près de la frontière algéro-marocaine, forme, avec le Dj. Tounzaït, le plus haut massif de la région nord-oranaise (Tenouchfi, 1843^{m}; Tounzaït, 1824^{m}).

Une première exploration géologique y a été faite, vers 1877, par Pouyanne (¹), qui rapportait l'ensemble du massif au Jurassique supérieur, en même temps qu'il considérait comme *Crétacé non néocomien* le massif moins élevé de Tin Khrial, situé plus au Sud, et bordé vers l'Ouest par la falaise d'Amzillat Amzel. Depuis ce temps, cette interprétation a été celle de toutes les cartes publiées sur la région.

Au cours d'une campagne récente, j'ai pu noter que le Tounzaït est bien constitué par du Jurassique supérieur; mais le Tenouchfi m'a montré des couches d'âge très différent. Avec les Dj. Dourdaz et Medderba, il forme un horst, brusquement terminé à l'Est par la faille de l'Aïn Tagertila, s'étalant au contraire largement à l'Ouest et s'abaissant sous la plaine d'alfa de Magoura.. Au Nord et au Sud, il est bordé par des jeux de grandes failles parallèles et rapprochées; celles du Nord le mettent en contact avec les grès séquaniens et les calcaires kimméridgiens, et donnent naissance aux belles sources de Sidi Djillali.

Dans le horst, on peut reconnaître la coupe suivante :

1° Calcaire noirâtre, à mauvais débris de Brachiopodes et de Lamellibranches, présentant très souvent des silex arrondis, très irréguliers; ces calcaires passent parfois à des dolomies claires très cristallines.

2° Calcaires analogues, sans silex, riches en Bélemnites, et où j'ai rencontré un fragment de moule externe de *Lioceras cf. falciferum* Sow (20^{m}).

3° Marnes grises à Ammonites pyriteuses, ayant fourni :

Lioceras cf. falciferum Sow., *Cœloceras Braunianus* d'Orb., *C. Raquinianus* d'Orb., *Hildoceras Lewisoni* Simp,, *Phylloceras* sp. (un échantillon),

(¹) *Annales des Mines, Mémoires*, 2, 1877, p. 80.

Rhynchonella Bouchardi Dav. et ses variétés *Flamandi*, *calva*, *penichensis* Dubar, *Rhyn. Batalleri* Dubar, *Terebratula Jauberti* Desl. très abondante, *Harpax Parkinsoni* Bronn, *Pecten cf. barbatus* Sow., *Lima Toarcensis* Desl., *Plagiostoma cf. Hersiliæ* d'Orb. (30^m).

4° Dolomie brune (1^m,50).

5° Calcaire argileux gris feuilleté, à Posidonomies et *Hammatoceras speciosum* Janensch (25^m).

6° Dolomie blanche largement cristalline, à petits galets de quartz très abondants (150^m).

7° Poudingue à pisolithes calcaires et petits galets de quartz et de roches primaires (très peu épais, alternant avec les premiers bancs de 8°).

8° Dolomie fine, blanchâtre, alternant avec des bancs de calcaire oolithique et pisolitique, sans fossiles dans la région étudiée.

Le niveau 1 rappelle très exactement le Domérien que j'ai signalé au Sidi el Abed [1]; les couches 2, 3, 4, 5, appartiennent sûrement au Toarcien; 8 présente le faciès classique du « Bathonien dolomitique » de Flamand [2] dont j'ai pu montrer aussi la présence dans le Sidi el Abed. Le niveau 6 me paraît n'avoir jamais été reconnu dans la région; son faciès très différent de celui du Toarcien, et sa position stratigraphique, m'incitent à le considérer comme Bajocien.

La faille sud du horst met cet ensemble en contact avec une série constituée par des grès, supportant des dolomies blanches, qui passent elles-mêmes vers le haut à des calcaires lithographiques clairs, peu fossilifères, stylolitiques dans leur partie supérieure. Pouyanne, qui a bien décrit ces terrains, les considérait comme du « Crétacé non néocomien », soulignant toutefois leur ressemblance avec le Jurassique supérieur du Nord.

Au contact des grès et des calcaires, on rencontre des couches argilo-gréseuses rougeâtres, et quelques bancs de calcaire dolomitique fossilifère, c'est-à-dire des couches très analogues à celles qui séparent, plus au Nord (Tounzaït, Ras Asfour, etc.), le grès lusitanien du calcaire kimméridgien. On peut y recueillir une petite huître plissée, *Terebratula subsella* Leym., *T. bicanaliculata*, Schlo., affirmant la similitude entre ces divers gisements.

Deux faits principaux découlent de ces observations : l'absence du Crétacé dans cette région : s'il en existait, ce ne pourrait être que son

---

(1) G. Lucas, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1219.

(2) *Recherches géologiques et géographiques sur les hauts plateaux de l'Oranie et sur le Sahara* (Lyon, 1911), p. 462 et suiv.

extrême base, représentée par le sommet de la masse calcaire kimméridgienne-portlandienne; la présence, au Dj. Tenouchfi, d'un horst, montrant, entre autres terrains, un Toarcien très différent de celui dont j'ai reconnu l'existence plus au Nord, se rapprochant au contraire de celui signalé par Flamand (*loc. cit.*) dans le Dj. Antar-Guettar, par G. Dubar et H. Termier (¹) au Sud de Midelt, dans le Haut Atlas oriental, et par H. Termier (²) dans le Moyen Atlas, près de Reggou.

GÉOLOGIE. — *Sur les formations récentes du Haouz de Marrakech.* Note de M. **Jean Dresch**, présentée par M. Charles Jacob.

Le Haouz de Marrakech apparaît sur les cartes géologiques comme une longue tache d'alluvions quarternaires, percés seulement vers l'Ouest par quelques pointements primaires (³). Il est peut-être possible d'essayer de préciser la succession stratigraphique et l'âge relatif de ces alluvions.

La couverture des affleurements paléozoïques est constituée, sauf aux Koudiat Moukhdene où subsiste le Jurassico-Crétacé, par l'Oligo-miocène. En effet cette formation n'apparaît pas seulement tout le long de l'Atlas depuis Imintanout jusqu'aux Djebilet orientales : il est possible de la suivre très loin, en différents points du Haouz, jusqu'à 50^{km} du bord de la montagne; elle couvre les Koudiat Moukhdene et le Massif de Guemassa, se retrouve jusqu'aux abords du Tensift au Nord de Chichaoua, et partout où des accidents ont facilité l'érosion des alluvions superficielles; elle traverse même les Djebilet, à l'Est d'El Kelaa, en bordure du Moyen Atlas. Elle présente les caractères communs de reposer toujours sur les formations atlasiques, Paléozoïque, Lias, Jurassico-Crétacé, Éocène, d'autres encore localement, parfois en discordance, mais le plus souvent en concordance, le Paléozoïque mis à part; elle est également toujours litée et presque toujours plissée. Mais elle change de faciès longitudinalement et transversalement. En bordure de l'Atlas, elle apparaît sous la forme de conglomérats de cailloux bien roulés, assez petits, noyés dans un ciment

(¹) G. Dubar, *C. R. Soc. Géol. Fr.*, 5ᵉ série, 2, 1932, p. 573; G. Dubar et H. Termier, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 890.

(²) *C. R. Soc. Géol. Fr.*, 4ᵉ série, 27, 1927, p. 77.

(³) Cf. L. Moret, *Carte géologique provisoire de l'Atlas de Marrakech*, Grenoble, 1930; Ed. Roch, *Cartes géologiques provisoires des Abda et des Djebilet occidentales, de la zone synclinale de Mogador et de l'Atlas occidental*, Mâcon, 1931.

rose gréseux et dur. Mais ces conglomérats, au débouché des principaux oueds dans la plaine, sont formés d'éléments plus gros, et les cailloux proviennent des massifs centraux. Latéralement, les cailloux sont moins bien roulés, proviennent des régions subatlasiques, et les bancs de grès prennent parfois une importance prépondérante. Les changements transversaux de faciès sont très aisés à suivre le long du Nfis, entre le kheneg et le massif de Guemassa. Les bancs de conglomérats deviennent de plus en plus rares, surtout vers le haut de la série qui peut approcher de 200^m d'épaisseur; ils se terminent en lentilles, et les cailloux sont beaucoup plus petits; ils sont noyés dans des marnes gréseuses, vertes, rubéfiées par taches, ou roses, vrais limons consolidés, lités en bancs plus sableux et en bancs durs, parfois très durs et calcifiés (région de la zaouia Chary dans le Haouz oriental).

Sur l'Oligo-Miocène reposent souvent des bancs de conglomérats très durs, grossièrement lités, noyés dans un ciment gréseux gris, le plus souvent fin. Ils sont recouverts parfois dans le Haouz oriental par des limons roses consolidés. Ces conglomérats apparaissent soit en bordure de la chaîne (pays Mzouda, Assif et Mell, Nfis), soit assez régulièrement en bancs minces de quelques mètres sur l'Oligo-Miocène gréseux du Haouz occidental et oriental, soit le long de la Tessaout, en une masse compacte d'épaisseur inconnue. On peut rapporter ces conglomérats au Pliocène, attribution toute relative comme celle de l'Oligo-Miocène, pour les raisons suivantes : ils se trouvent toujours sur l'Oligo-Miocène, le plus souvent en concordance. La discordance n'est nettement visible qu'en un pli à cœur de Lias et de basaltes traversé par l'Oued Lakhdar à l'arbre signal 714. Ils constituent une formation d'épandage qui n'a aucun rapport avec les terrasses alluviales des oueds, comme celles du Nfis qui doit être pris comme repère, ou avec les cailloutis d'épandage récents. Enfin ces conglomérats sont plissés en plusieurs points, soit en bordure de l'Atlas (pays Mzouda, kheneg de la Tessaout), soit le long des accidents visibles dans la plaine (massif de Guemassa, pli du Lakhdar).

Ajoutons que si l'importance et les changements de faciès de l'Oligo-Miocène et l'existence de conglomérats dits pliocènes paraissent difficilement discutables, des confusions restent toujours possibles : des limons encroûtés peuvent ressembler localement aux grès oligo-miocènes et, en quelques points, il est difficile de distinguer le Pliocène de cailloutis localement cimentés; de plus, les pendages des conglomérats pliocènes sont rarement évidents.

Par-dessus ces formations consolidées ont été déposées d'autres allu-

vions, terrasses alluviales de cailloux roulés pris dans un limon terreux et dont les plus importantes, le long du Nfis, ne dépassent pas 4 à 5^m d'épaisseur, ou formations d'épandage de piémont, limon et cailloutis, étalés par des oueds aux bras multiples. Ni les sondages, ni les coupures de terrain ne permettent, semble-t-il, de supposer l'existence de lacs ou de chotts importants (1). Ces alluvions ont recouvert le substratum sur une épaisseur qui varie avec les déformations du substratum lui-même.

GÉOLOGIE. — *Sur les faciès du Crétacé inférieur de la région d'Hammam Meskoutine (Constantine).* Note de M. **Paul Deleau**, présentée par M. Charles Jacob.

Au Nord-Ouest et au Nord d'Hammam Meskoutine, les Kef Hahouner, Djebel Grar, Dj. Taya, Dj. Debar forment une chaîne calcaire discontinue alignée Ouest-Est, présentant le faciès urgonien et dont la puissance peut atteindre 1000^m.

Ces calcaires massifs ont été attribués à l'Hauterivien par M. M. Blayac (2) et Dareste de la Chavanne (3), ces auteurs y avaient recueilli des Rudistes (*Requienia ammonia*, *Ichthyosarcolithes*). L'attribution à l'Hauterivien paraissait très plausible car le Barrémien à faciès vaseux, riche en Ammonites pyriteuses (niveau du Dj. Ouach), affleure au Nord et au Sud des calcaires massifs à des distances variant entre 300 et 1000^m. Ensuite, on passe du Barrémien vaseux à l'Aptien vaseux à *Puzozia Matheroni* d'Orb., *Oppelia nisoïdes* Sar. (4), puis *sans aucune discontinuité* aux sédiments vaseux du Crétacé moyen et à ceux du Crétacé supérieur à *Inoceramus regularis* d'Orb. Il faut ajouter que ces massifs calcaires sont limités par des flexures qui les mettent en contact anormal avec le faciès vaseux du Sénonien, exception faite des versants nord du Kef Hahouner, du Grar et du Debar où l'on observe des surfaces de décollement entre les calcaires massifs et les marno-calcaires sus-jacents. Le long du versant nord-ouest du Kef Hahouner, sur les marno-calcaires « décollés » reposent des schistes

(1) Cf., à ce sujet, les nombreux travaux de M. Bourcart sur le Quaternaire marocain.

(2) J. Blayac, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e série, 8, 1908, p. 73-77; *Bull. Carte Géol. Algérie*, 2e série, 6, 1912, p. 163.

(3) *Bull. Carte Géol. Algérie*, 2e série, 5, 1910, p. 57.

(4) J. Blayac, *Bull. Carte Géol. Algérie*, 2e série, 6, 1912, p. 227.

bleus, des schistes gris à microbrèches, puis des marno-calcaires à *In. regularis* du Maestrichtien.

Je viens de découvrir, dans le quart supérieur des calcaires du Kef Hahouner et du Grar, une faune de *Parahoplites* et un horizon à Spatangues. La coupe schématique générale du Sénonien au Crétacé inférieur néritique peut se résumer comme suit :

1° Marno-calcaires à *In. regularis* (Maestrichtien) : 60^m.

2° Schistes à microbrèches calcaires bourrées de spicules d'éponges : 200^m.

3° Schistes gris bleu : 100^m.

4° Marno-calcaires et schistes gris à *Rhynchonella* sp : 150^m.

5° Calcaires massifs gris blanc, cristallins, et 70-125^m, horizon à Spatangues [*Epiaster restrictus* Gaut. ([1]) (Albien)] : 0^m,5.

6° Calcaires massifs à intercalations marneuses : 60^m.

7° Calcaires massifs avec niveaux plus marneux à Ostracés (50^m) : — O^3 *Ostrea Couloni* Defr.; — O^2 *Alectryonia rectangularis* Roem. et *Rhynchonella* cf. *polygona* d'Orb.; — O^1 *Exogyra latissima* Lam.

O^3 a fourni, une riche faune de Bivalves : *Parahoplites Deshayesi* Leym. sp. var. *consobrinoïdes* Sinz.; *Parahoplites* cf. *consobrinus* d'Orb.; *Acanthoplites* gr. *Nolani similis* Breist. (= *Nolani* Sinz. *non* Seun.); *Cheloniceras* (*Douvilleiceras*) sp. C'est une faune bédoulienne accompagnée de *A. Nolani* qui est une forme aptienne à affinité albienne. Entre C^3 et O^2 existent des bancs à *Orbitolina* sp. Entre O^3 et O^1 s'intercalent des bancs pétris de Réquiénies.

8° Calcaires marneux bien lités : 30-50^m.

9° Calcaires massifs oolitiques, à radioles d'Oursins et coupes de Lamellibranches : 150-350^m.

10° Calcaires massifs cristallins et dolomies : 300-450^m.

Le niveau à *Epiaster restrictus* représente l'Albien ([2]), O^3 et peut être C^2 l'Aptien. Les niveaux inférieurs, à faciès récifal, peuvent représenter le Barrémien. La question se pose encore pour l'âge des calcaires oolitiques ou massifs et des dolomies de la base ([3]).

De toute façon, pendant que se déposaient les vases barrémiennes et aptiennes à Ammonites pyriteuses (70-80 pour 100 de *Phylloceras*), s'édi-

---

([1]) Détermination de M. J. Lambert.

([2]) L. Pervinquière, *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 17, n° 42, II-III, 1910, p. 40.

([3]) Nous rappelons que M. L. Joleaud a découvert au Chettaba près de Constantine, du Valanginien à *Holcostephanus Sayni* et de l'Albien à *Epiaster restrictus*. Entre ces deux horizons s'intercalent des calcaires à Orbitolines et à Réquiénies. « L'on ne trouve pas de trace entre le Valanginien et l'Aptien fossilifères des marnes à Ammonites pyriteuses barrémiennes et aptiennes si remarquablement développées à quelques kilomètres à l'Est ». *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 14, 1914, p. 436-437 (fig. 1).

fiaient, à très courte distance, une ligne de récifs recouverts par les formations néritiques à *Parahoplites* bédouliens et Spatangues albiens.

La présence de *Phylloceras* n'indique pas nécessairement un faciès bathyal. D'autre part, il existe, au sud d'Hammam Meskoutine des dolomies attribuées au Crétacé inférieur par M. L. Joleaud (1). Il semble bien que la notion d'un géosynclinal tellien pour cette région ne peut être retenue; il pouvait se réduire à la fosse de l'Oued Cherf (2). Le haut fond Kef Hahouner-Debar a subsisté jusqu'à l'Éocène inférieur puisque la mer de l'Éocène inférieur ne l'a pas dépassé au Nord.

La discordance existant entre les deux faciès et rendant invisibles les passages latéraux peut s'expliquer par l'existence d'importantes fractures qui ont amené les calcaires massifs à percer leur couverture de sédiments plus récents du Crétacé moyen et du Crétacé supérieur. Les passages latéraux ont été ainsi laminés.

GÉOLOGIE. — *La Tectonique de la Nerthe et de l'Étoile, près Marseille.* Note de M. **Georges Denizot**, présentée par M. Charles Jacob.

L'alignement anticlinal de la Nerthe et de l'Étoile a été décrit par L. Collot, E. Fournier, G. Vasseur, J. Repelin et Marcel Bertrand a situé un système de grandes nappes. De part et d'autre d'un axe triasique, il offre, au Sud, un flanc assez peu incliné, avec plis secondaires et refoulements partiels, au Nord, un flanc redressé avec renversements sur le bassin supracrétacique de l'Arc, et appelé de ce fait série renversée (3). Des précisions essentielles doivent être apportées.

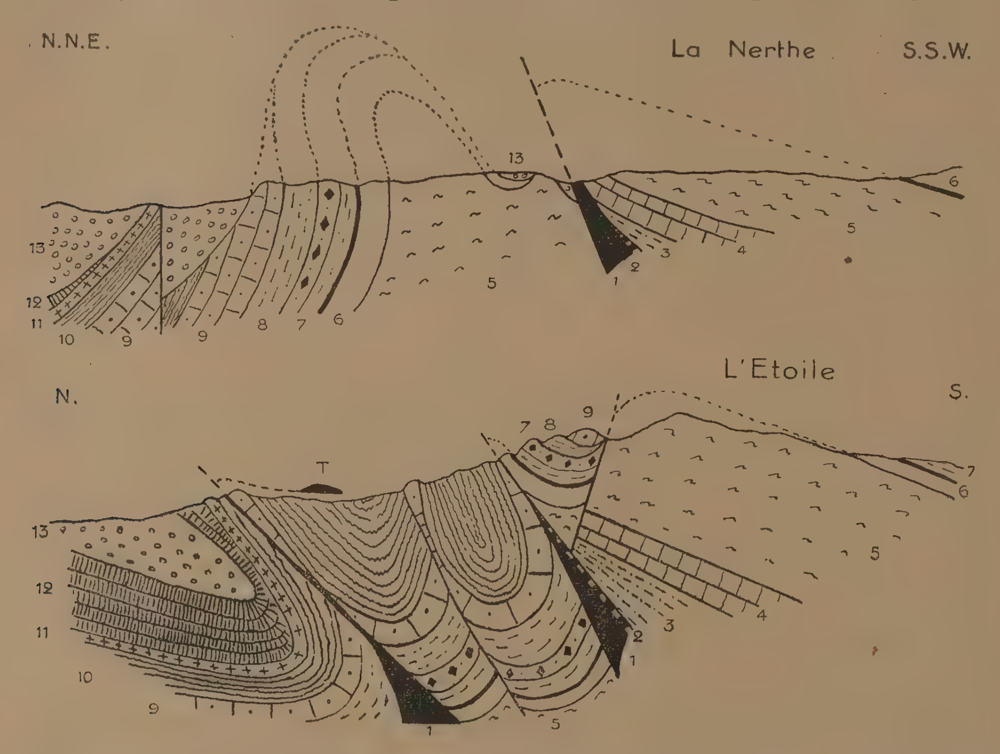
1. Le flanc Nord n'est pas affecté d'un renversement systématique. Du Rove à Simiane, les bancs oscillent autour de la verticale : le renversement au-dessus du Tunnel de la Nerthe fait place, au passage de ce souterrain, à un fort pendage normal, et, de même en surface vers l'Ouest où, de moins en moins inclinés, ces bancs constituent le substratum du Crétacé des Martigues. A l'Est, le Crétacé inférieur forme muraille, avec très forts pendages, par place normaux.

La retombée de ce flanc est d'ailleurs contrariée par une faille qui ramène au jour du Crétacé moyen au sein des brèches terminant le système. Cet accident passe vers Septèmes à un anticlinal accessoire (avec écrasement local de la série renversée); puis

(1) *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e série, **14**, 1914, p. 424 (fig. 1).
(2) L. Joleaud, *ibid.*, p. 436 (c'est l'avis de M. Joleaud pour l'Albien).
(3) G. Denizot, *Ann. Musée Hist. nat. Marseille*, **26**, 1934, p. 37 et suiv.

l'anticlinal se couche au Nord : le synclinal de brèche en arrière s'effile et les deux séries se fondent en une seule, qui, de Simiane à Jean-le-Maître, reprend la disposition normale pour se compléter jusqu'au Lias.

2. La bande axiale s'accompagne d'accidents autonomes. A l'Ouest de la Nerthe, ce sont des dépressions où le Crétacé moyen paraît enfoui dans les terrains antérieurs : disposition qui a donné l'illusion de *fenêtres* dans une nappe, malgré la conformité des faciès (le Grès de la Folie, réputé substratum, existe sur la prétendue nappe vers



La Nerthe, vers le Jas de Rode, et l'Étoile, à l'est de Simiane. — 1, Trias (T, Saint-Germain); 2 à 4, Lias et Jurassique moyen; 5, Dolomies; 6, Calcaire blanc; 7, Valanginien; 8, Hauterivien; 9, Urgonien; 10, Aptien; 11, Sénonien; 12, Fuvélien; 13, Brèche. Échelle, 1/30 000.

Carry). Au Rove, l'Aptien est effondré et prend contact avec le Jurassique environnant par des lames de Crétacé inférieur, plongeant de toutes parts sous cette dépression.

Au Jas de Rode, il apparaît au Nord du Trias un synclinal qui ramène en pleine colline un lambeau de brèche : ce synclinal, bien marqué aux Cadeneaux, s'écrase vers Septèmes.

3. A Simiane, le flanc nord, de l'Urgonien au Lias, est tranché net par une faille qui amène à sa place l'Aptien, dont l'affleurement élargi touche l'accident axial. Mais près de son bord au Nord, de Babol à Mimet, une lame dressée d'Urgonien interrompt la série renversée et rétablit un Aptien-Albien normal.

Au milieu de ce même Aptien surgit l'alignement dolomitique des Frères et de la

Galinière. Tantôt confondue avec l'Aptien, tantôt attribuée à l'Infralias, ou mieux au Jurassique, cette dolomie est conforme à celle qui se montre aux environs (La Galère, Siège) entre l'Hauterivien et du calcaire urgonien. Jurassique ou urgonienne, elle est dressée en crête anticlinale dans le bassin aptien.

4. Le Trias de Saint-Germain fait saillie sur l'arrêt brusque de la série anté-aptienne de Simiane pour se projeter vers l'Est : la Galerie de Gardanne à la Mer a montré que ce Trias flotte sur l'Aptien, à 400^{m} de sa terminaison. Mais il se relie latéralement à celui, saillant verticalement, de Jean-le-Maître : d'origine profonde, il a giclé en coulisse dans la série anté-aptienne, au sein de laquelle il s'insinue par des déchirures satellites (Nord des Mérentiers).

Le Nerthe et l'Étoile dérivent donc d'un pli couché. Un grand flanc méridional, ascendant depuis le bord du Bassin de Marseille, a refoulé devant lui un mince faisceau de plis aigus, varié d'un point à l'autre et se déversant sur la bordure du bassin supracrétacique. A l'Est, ce faisceau se réduit : dès Saint-Savournin, tout se ramène au recouvrement de la bordure sur 1500^{m}, avec interposition de couches renversées et étirées. Dans l'axe, le Trias présente ses anomalies habituelles.

GÉOLOGIE. — *L'enracinement des massifs hercyniens des environs de Toulon.* Note de M. **Georges Corroy**, présentée par M. Charles Jaçob.

Il existe à l'Ouest des Maures, et à l'entrée des rades de Toulon, trois massifs hercyniens (Pradet, Lamalgue, La Seyne-Sicié) dont la position a attiré depuis 40 ans l'attention des géologues. Marcel Bertrand [1] et, surtout, P. Zurcher [2] ont montré que des contacts anormaux affectaient la bordure de ces massifs, constitués par des phyllades d'âge antécarbonifère et des lambeaux de houiller. Ces auteurs ont conclu à l'existence d'une nappe de charriage, venue de la Méditerranée et recouvrant au Nord la série permo-triasique de Toulon.

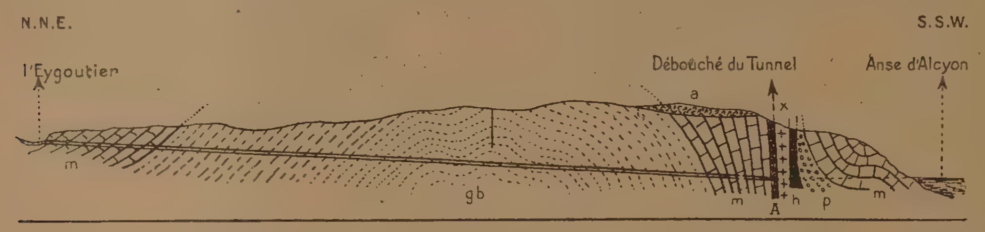
En 1924, E. Haug [3] a repris la description détaillée de ces éléments; confirmant les études de ses prédécesseurs, il a souligné l'importance de la « fenêtre de Saint Mandrier » taillée par l'érosion sous la « nappe de Sicié », les massifs hercyniens constituant des lambeaux de recouvrement plissés postérieurement à leur charriage.

---

(1) *Comptes rendus*, **112**, 1891, p. 1083.
(2) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, **21**, 1893, p. 65.
(3) *Mém. Carte géol. de la France*, **1**, 1925, p. 113.

Des observations récentes m'ont permis de remarquer que les massifs hercyniens paraissent, au contraire, s'enraciner *in situ* et que leurs chevauchements de bordure sur le Permotrias sont des phénomènes locaux.

1° Trois points sont particulièrement favorables à l'examen tectonique de ce que j'appellerai le *dôme du Pradet*. Au nord de la Siboine ([1]) et en bordure sud de la route de Toulon à Carqueiranne, les phyllades s'enfoncent sous les calcaires triasiques avec intercalation de houiller exploité jadis par les paysans du voisinage. A l'est de la plage de Bonnette, la falaise montre les phyllades redressées à la verticale et une zone houillère mylonitique, de 3^m d'épaisseur, accolée aux bancs de grès permiens légèrement



Coupe du tunnel de l'Eygoutier à la mer, au sud-est de Toulon. — X, Phyllades; *h*, Houiller *p*, Permien; *gb*, Grès bigarré; *m*, Muschelkalk; A, zone mylonitique; *a*, débris de phyllades remaniées. Échelle, 1/4000.

renversés vers le Sud. Dans l'anse du Pin de Galle, les phyllades subverticales, puis le houiller écrasé, le Permien très laminé et le Grès bigarré, localement renversés vers le Nord-Ouest, chevauchent l'anticlinal de la Clue. En somme, périphériquement toutes les successions sont normales.

2° Les auteurs ont isolé les deux massifs du Pradet et de Lamalgue, considérés comme flottant sur leur substratum. En réalité, une lame anticlinale de phyllades, étroite et verticale, comme éclatée au milieu des sédiments du Permo-trias, et emballée souvent de Carbonifère, les réunit. On la suit très bien dans tous les promontoires qui bordent les anses de la côte entre le Pin de Galle et le Fort Sainte-Marguerite.

D'autre part, le recouvrement de *Lamalgue* serait démontré par un ouvrage d'art : le tunnel conduisant les eaux de l'Eygoutier à la mer. La superposition des phyllades à un anticlinal triasique n'y serait pas douteuse, le Trias ayant été seul rencontré en profondeur sous les schistes. Or, le tunnel en question a bien affecté uniquement le Trias; mais les phyllades, qui seraient charriées sur ce Trias, sont en réalité à l'état de débris remaniés, couvrant une faible surface (Propriétés Costebrune et

([1]) Suivre sur le Plan Directeur au 1/20000ᵉ feuille *Toulon*.

Alcyon), tandis qu'à 20^m au Sud et immédiatement après le débouché du tunnel, on observe la lame verticale de phyllades-houiller qui était demeurée jusqu'alors inaperçue (voir la figure ci-contre).

Vers l'Ouest, sur toute la rive gauche de l'Eygoutier, depuis les Amoureux jusqu'au Mourillon, le Carbonifère est bien développé; il repose toujours sur les schistes cristallins dont une digitation enracinée (très bien observée par P. Zurcher), chevauche au Nord-Est l'anticlinal permo-triasique des Ameniers; un copeau de houiller et de Permien s'intercale entre les phyllades et la série chevauchée.

3° Le massif de *la Seyne* est, au delà de la rade, la prolongation de celui de Lamalgue. Au Fort Balaguier, on voit les phyllades redressées à la verticale contre le Muschelkalk; une brèche tectonique les sépare. Dans toute la bande de calcaire triasique en contact avec les schistes, de Balaguier à la Maurelle, plusieurs exploitations sont arrêtées sur un plan vertical ou subvertical qui correspond au passage de l'accident. Au Nord, les phyllades s'ennoyent sous la dépression permienne de Brégaillon : un sondage, effectué près de la gare de la Seyne, les a recoupées à 317^m, *sous le Permien*, toutefois sans intercalation de houiller.

Au Sud, les phyllades de la Seyne sont en continuité avec celles du Cap Sicié, sans aucun accident ni contact anormal visible. Vers l'extrémité méridionale de la presqu'île, on note seulement un chevauchement à 45° des phyllades, dû à une poussée vers le Nord-Est sur le permo-trias de Faubrégas.

En résumé, *les massifs hercyniens de la côte toulonnaise sont enracinés*. Ils apparaissent sous la forme de dômes ou de lames plus ou moins élargies crevant le manteau des sédiments permotriasiques, qu'ils chevauchent parfois localement. Dès lors, la presqu'île de Saint-Mandrier ne paraît pas correspondre à une fenêtre.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Généralisation de l'action auxogène de la vitamine* B_1 *sur un microorganisme*. Note [1] de M. **William-Henri Schopfer**, présentée par M. Marin Molliard.

En observant qu'un échantillon de vitamine B_1 cristallisée exerce sur *Phycomyces blakesleeanus* et quelques autres Mucorinées une action très

(1) Séance du 27 mai 1935.

nette, la première hypothèse qui vient à l'esprit est qu'une impureté doit être jointe aux cristaux; c'est à celle-ci que l'on serait tenté d'attribuer l'effet sans lequel le champignon ne se développe pas dans les conditions de culture utilisées. La quantité très faible de vitamine qui suffit à déclencher la croissance ($0^{\gamma},0004$ par centimètre cube de milieu) incite à penser que l'impureté en question devrait agir à dose extrêmement faible.

Les premiers essais ont été effectués avec la préparation pure de Windaus. En répétant les expériences avec les divers échantillons de vitamine B_1 pure connus (sous forme de chlorhydrate), fournis par leurs auteurs [Windaus (1), Jansen (2), R. R. Williams (3), Peters (4)], nous constatons une identité singulière dans le mode d'action des quatre préparations et dans la forme de la courbe obtenue.

Mesurée à l'aide du test animal, l'activité de ces produits cristallisés varie entre 1,6 et $2,4^{\gamma}$ par jour et par rat.

Les diverses expériences sont conduites avec un milieu et dans des conditions de culture aussi rigoureusement semblables et constants que possible. Avec les quatre préparations, les doses limites inférieures de développement (formation d'un voile), celles qui correspondent à un début d'émersion de sporangiophores et celles qui conditionnent le développement maximum de la culture sont voisines. On ne peut s'attendre à ce que les courbes se superposent exactement.

La forme de la courbe et le fait qu'à partir d'une certaine dose de vitamine une adjonction supplémentaire ne produit plus aucun effet, suggèrent l'idée qu'un facteur limitant est en jeu (probablement la concentration en sucre).

Les courbes obtenues correspondent à une teneur en glucose de 10 pour 100, en présence de 1 pour 1000 d'asparagine et des sels minéraux indispensables. La figure indique les doses de vitamine B_1 pour 25^{cm^3} de milieu.

Si l'on veut invoquer l'action d'une impureté, il faut admettre qu'elle se

---

(1) A. Windaus, R. Tschesche, H. Ruhkopf, F. Laqueur, F. Schultz, *Nachr. v. d Gesell. Wiss. Göttingen, math. phys. Kl.*, 1931, p. 207.

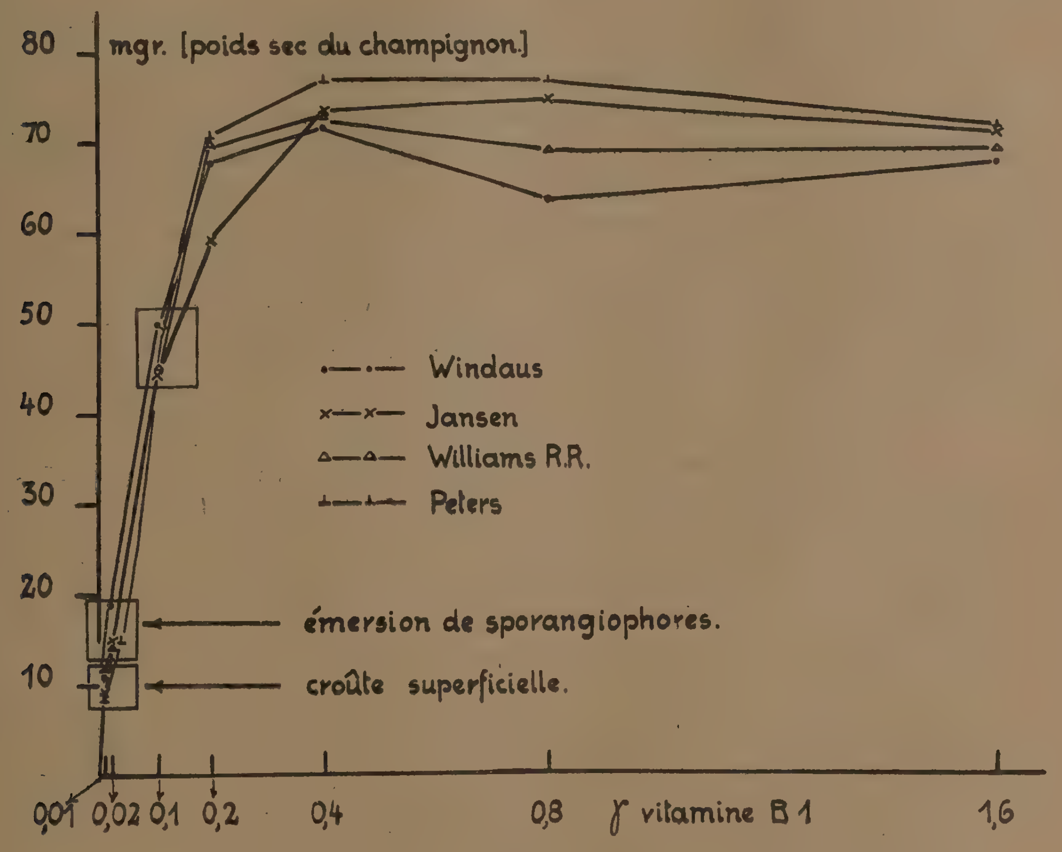
(2) B. C. P. Jansen et W. F. Donath, *Mededeel. v. d. Dienst d. Volksgezond. Ned. Indie*, 16, 1927, p. 186.

(3) R. R. Williams, R. E. Watermann et J. C. Keresztesy, *J. of Amer. Chem. Soc.*, 56, 1933, p. 1187.

(4) H. Wulff, H. W. Kinnersley, J. Richard, O'Brien et R. A. Peters, *Biochem. Journ.*, 29, 1935, p. 701; H. W. Kinnersley et R. A. Peters, *Biochem. Journ.*, 22, 1928, p. 419.

retrouve identique dans les produits obtenus par des expérimentateurs et des méthodes différents, à partir de matériaux dissemblables. Cette hypothèse est difficile à justifier.

On pourrait, comme cela a déjà été fait, songer à une action du bios. Nous ignorons si la biotine de Kögl (1935) exerce une action sur *Phycomyces*. Par contre nous pouvons affirmer que l'inositol (bios I) et l'acide panthoténique de R. J. Williams, correspondant probablement au bios II, sont, dans les conditions de culture où la vitamine B_1 se montre très active, sans effet sur *Phycomyces;* en expérimentant parallèlement avec la levure (*Saccharomyces cerevisiæ*), on constate une action très intense de ces deux substances sur la multiplication cellulaire de la levure.



Action de quatre préparations de vitamine B_1 sur *Phycomyces*.

Nous sommes donc amené à considérer pour l'instant qu'il s'agit d'une intervention particulière de la vitamine B_1, indispensable au microorganisme pour effectuer la synthèse de ses propres facteurs de croissance.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Évolution des milieux de culture dans la croissance du* Sterigmatocystis nigra *en fonction de l'âge du mycélium.* Note de MM. **Robert Bonnet** et **Raymond Jacquot**, présentée par M. Marin Molliard.

Les actions diastasiques, susceptibles d'être réalisées par le *Sterigm. nigra* à partir d'une source carbonée, ont été décrites par beaucoup de chercheurs, qui ont signalé la formation d'acide citrique, d'acide oxalique, d'acide gluconique, etc. Aux yeux de la majorité des auteurs, la présence de ces corps traduit un trouble de la croissance et ils en provoquent l'apparition en déséquilibrant les milieux de culture. Nous nous sommes demandé si ces acides n'étaient pas intimement liés à la croissance et s'ils n'apparaissaient pas obligatoirement au cours du développement normal du *Sterigm. nigra*. Nous avons donc cherché la présence des acides citrique et oxalique dans différents modes de culture et en avons suivi l'évolution.

Cultures sur glucose à 3 pour 100 et liquide de Czapek.

+ NO^3K (0,106N).			+ $SO^4(NH^4)^2$ (0,106N).			
Poids des micéliums secs.	Acide citrique.	Acide oxalique.	Poids des micéliums secs.	Acide citrique.	Acide oxalique.	Durée.
g	mg	mg	g	mg	mg	
0,0165	356	0	0,040	120	0	22 h.
0,2674	225	0	0,7785	259	0	42
0,2923	225	30	0,5539	213	0	46
0,352	243	36	0,7655	273	0	47
0,6274	149	186	0,839	140	0	90
0,4968	72	173	0,7488	144	0	114
0,2954	47	184	0,6922	172	0	8 j.
0,2294	162	257	0,668	349	0	26
0,1975	274	250	0,540	1012	0	37

Nous voyons de suite la différence qui sépare le comportement de la moisissure placée sur nitrate ou sur sel d'ammonium : dans ce dernier cas il n'y a jamais formation d'acide oxalique; alors que sur nitrate, cet acide, inexistant au début du développement apparaît au bout de deux jours, puis s'accumule dans le milieu de culture. Ce fait est à rapprocher de la constatation que le *Sterigmatocystis nigra* ne se développe pas sur acide oxalique. Nous considérons donc ce corps comme un déchet inutilisable. L'évolution de l'acide citrique peut sembler paradoxale : on trouve cet acide en relativement grosse quantité dès le début de la germination (356^{mg} pour un

mycélium de 16^{mg}), puis il diminue, passe par un minimum, enfin réapparaît en quantité importante. Ces faits, en réalité sont d'interprétation simple : il y a formation diastasique d'acide citrique aux dépens des spores germées; puis utilisation, ce qui montre le caractère alimentaire de l'acide citrique, caractère confirmé par la culture directe; enfin accumulation au moment où se manifeste l'autolyse des mycéliums. Nous avons retrouvé ce phénomène expérimentalement : un mycélium lavé et placé sur eau distillée l'enrichit en acide citrique.

Ces résultats sont à rapprocher des variations du rendement énergétique brut en fonction de l'âge. On peut en effet distinguer quatre moments suivant l'évolution du mycélium et des résidus :

1° Pour des cultures bien formées mais jeunes, le R. E. est de 0,57 sur NO^3K, de 0,58 sur $SO^4(NH^4)^2$; il n'y a dans aucun cas d'acide oxalique, il y a formation d'acide citrique, il reste du glucose;

2° Les mycéliums augmentent, le glucose tend à disparaître, l'acide citrique est relativement constant; étant donné la chaleur de combustion des trois corps (4,8 pour le mycélium, 3,75 pour le glucose, 2,5 pour l'acide citrique), on s'explique la baisse du rendement;

3° Les mycéliums maintiennent leur poids, l'acide citrique diminue, les résidus sont presque négligeables, d'où nouvelle baisse du R. E.;

4° Les mycéliums s'autolysent, l'acide citrique augmente (4^{cal},8 contre 2^{cal},5) et le R. E. devient encore plus petit, mais la chute est plus amortie.

Pour les périodes 2, 3 et 4 la formation croissante d'acide oxalique amplifie la chute de R. E. sur cultures nitratées. La formation d'acide oxalique, qui libère du CO^2, et la faible chaleur de combustion de cet acide expliquent que son apparition fasse immédiatement baisser le R. E. Il nous semble donc légitime de dire que pour des cultures de même état physiologique, le R. E. sera conditionné en grande partie par la présence ou l'absence d'acide oxalique. Voici quelques exemples à l'appui de cette hypothèse :

Nature du milieu.	État physiologique.	Acide oxalique.	R. E.
Peptone	jeune	44,3	0,43-0,41
»	vieille	173	0,13
Acide gluconique	jeune	0	0,54-0,55
Acide citrique + $SO^4(NH^4)^2$	jeune	0	0,52
»	vieille	0	0,51
Acide citrique + NO^3K	jeune	0	0,54
»	vieille	143	0,30

Nous ignorons le rôle spécifique des nitrates dans la formation de l'acide oxalique, mais la présence de ce corps, déchet inutilisahle, est dû à un épiphénomène qui n'intéresse pas la croissance.

L'acide citrique, décelé dans tous les modes de culture, constitue un terme indispensable du métabolisme du glucose en même temps qu'un aliment efficace.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La nutrition azotée de la fleur.* Note de M. **Raoul Combes**, présentée par M. Marin Molliard.

L'étude qu'a entreprise Walter Schumacher (¹) des variations quantitatives et qualitatives que subissent les substances azotées de la corolle depuis le début de l'épanouissement des pétales jusqu'à leur mort lui a permis de mettre en évidence les premiers faits précis que nous possédions sur la nutrition azotée de la fleur. Il m'a paru utile de reprendre l'examen de cette question en faisant porter les recherches sur l'ensemble du développement de la corolle, et en les étendant aux autres parties de la fleur : calice, androcée et gynécée.

Je résumerai ici les résultats obtenus dans l'étude de la fleur du *Lilium croceum*. Les stades étudiés ont été les mêmes que ceux auxquels ont été effectuées les déterminations de matières minérales dans une étude précédente (²). Chaque série de dosages a porté sur dix fleurs, les calices, les corolles, les androcées et les gynécées étant analysés séparément. Les substances azotées solubles ont été isolées des protéides par l'action à froid de l'acide trichloracétique au 1/10e, en employant la technique qui m'a servi dans des recherches antérieures. Les courbes ci-après expriment les résultats obtenus en milligrammes d'azote contenus à chaque stade dans les dix parties de fleurs analysées; ces courbes indiquent donc les variations réelles subies par les deux formes de substances azotées dans chaque partie de la fleur au cours de son développement. Les temps sont exprimés en nombres de jours écoulés depuis le premier stade étudié (très jeune bouton de 2^{cm},5 de longueur); l'épanouissement des fleurs a eu lieu entre le 10e et le 13e jour.

(¹) Walter Schumacher, *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik*, 75, 1931, p. 581.

(²) Raoul Combes, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 578.

L'examen de ces courbes permet de faire les constatations suivantes :

Dans le calice pétaloïde et dans la corolle du Lis, dès l'épanouissement (entre le 10e et le 13e jour), à un stade où ces organes sont encore en croissance active (la substance végétale sèche constituant les sépales et les pétales continue à croître jusqu'au 13e jour), la protéogénèse intense qui s'était maintenue jusqu'alors cesse brusquement et fait place à une protéolyse rapide en même temps que la migration des matériaux azotés change de sens (*fig.* 1); dix périanthes ayant élaboré en 10 jours, pendant que

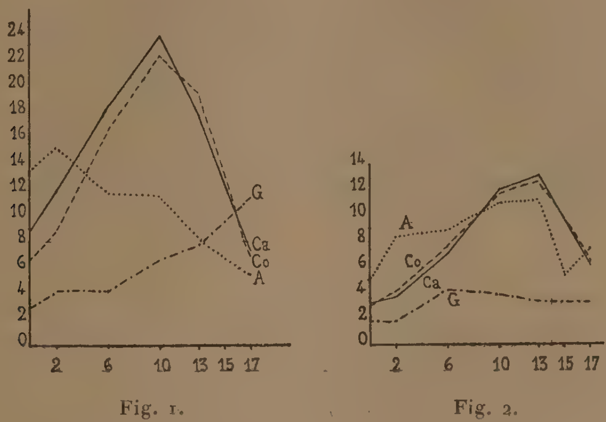


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1 — Courbes de variations des substances protéiques. Ca calice, Co corolle, A androcée, G gynécée.

Fig. 2. — Courbes de variation des substances azotées solubles.

finissaient de croître les boutons floraux, une quantité de protéides correspondant à 30^{mg},66 d'azote, hydrolysent et évacuent après l'épanouissement, en 7 jours, une quantité de ces substances représentant 32^{mg},06 d'azote. En 7 jours le périanthe se vide de 61,92 pour 100 des substances azotées qu'il contenait au moment de l'épanouissement. Les phénomènes sont à peu près les mêmes dans le calice pétaloïde et dans la corolle.

Chez les étamines la protéolyse et le départ des substances azotées qui en résultent débutent plus tôt encore que dans le périanthe; ils sont déjà commencés dans le jeune bouton en voie de pigmentation. Par contre le gynécée continue à s'enrichir en azote après que les pièces extérieures de la fleur sont flétries.

L'azote qui abandonne le périanthe et l'androcée semble passer pour la plus grande part dans la tige feuillée car pendant que, dans dix fleurs, 50^{mg},82 d'azote sortent de ces organes les gynécées n'en reçoivent que 4^{mg},34.

Au moment où commence la protéolyse dans le périanthe et l'androcée, le phénomène est immédiatement assez intense pour qu'une légère accumulation de substances azotées solubles se produise dans les tissus (voir *fig.* 2, du 10e au 13e jour pour le calice et la corolle, du 2e au 13e jour pour l'androcée); mais le mouvement d'émigration devient bientôt assez rapide pour éliminer ces corps aussi vite et même plus vite qu'il ne se forment.

Ce qui frappe surtout dans le métabolisme des substances azotées de la fleur, en particulier chez les organes pétaloïdes, et ce qui le distingue de celui de la feuille, c'est la vitesse avec laquelle se produisent tous les phénomènes; approvisionnement des tissus en azote, synthèse des protéides, changement de sens du métabolisme azoté, protéolyse et émigration de l'azote soluble. La rapidité de protéolyse dans la corolle a été constatée par W. Schumacher, mais la rapidité de la protéogénèse qui précède, la brusquerie du passage de la protéogénèse à la protéolyse ne sont pas moins remarquables.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Rosacées. Développement de l'embryon chez le* Potentilla reptans *L.* Note de M. **René Souèges**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

Les lois du développement de l'embryon du *Geum urbanum* L., établies en 1922 [1], ont permis de définir un type embryonnaire bien distinct qui n'a pu jusqu'ici être identifié à aucun autre. Ce type se trouve essentiellement caractérisé : 1° par la constitution d'une épiphyse tirant origine d'une cellule petite-fille de la cellule apicale du proembryon bicellulaire; 2° par la construction de la partie hypocotylée aux dépens de la cellule intermédiaire de la tétrade, c'est-à-dire aux dépens de la cellule-fille supérieure de la cellule basale du même proembryon bicellulaire; 3° par la différenciation d'une hypophyse, comparable à celle des Crucifères par son mode d'individualisation et ses processus de segmentation, mais dérivant de la cellule inférieure, et non de la cellule intermédiaire, de la tétrade. Ces mêmes caractères se retrouvent-ils chez d'autres Rosacées et le type embryonnaire du *Geum urbanum* peut-il être considéré comme représentatif, sinon de la famille tout entière, du moins de la sous-famille des Potentillées? Car les

(1) R. Souèges, *Comptes rendus*, 174, 1922, p. 1070 et 1197; *Bull. Soc. bot. Fr.*, 70, 1923, p. 645-660.

Rosacées, comme on sait, comportent un certain nombre de tribus, très dissemblables, offrant des affinités diverses, et chez lesquelles il faut s'attendre, par conséquent, à rencontrer des divergences dans les règles qui président au développement de l'embryon. L'étude du *Potentilla reptans* L. a permis de déceler des formes embryonnaires qui entrent dans les cadres des lois du *Geum urbanum* d'une manière si parfaite que, du seul point de vue embryogénique, les deux plantes ne représenteraient qu'une seule et même espèce.

Ainsi, dans les deux cas, les deux cellules supérieures juxtaposées de la tétrade (*fig.* 2) se divisent, l'une par une paroi transversale (*fig.* 4, 6), l'autre par une paroi

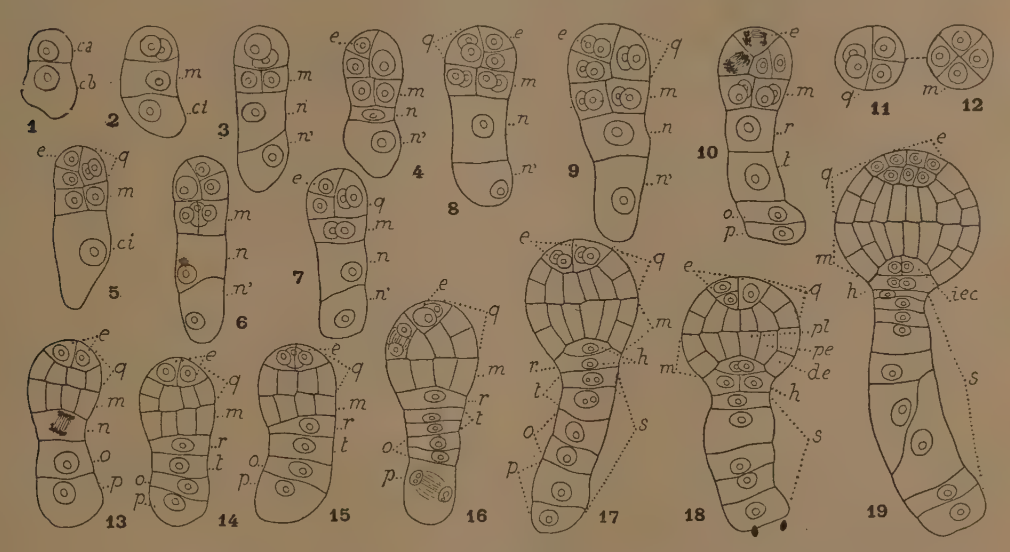


Fig. 1 à 19. — *Potentilla reptans* L. — Les principales étapes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *m*, cellule intermédiaire de la tétrade ou partie hypocotylée; *ci*, cellule inférieure de la tétrade; *n* et *n'*, cellules-filles de *ci*; *q*, quadrants ou partie cotylée; *e*, épiphyse; *r* et *t*, cellules-filles de *n*; *o* et *p*, cellules-filles de *n'*; *h*, hypophyse; *de*, dermatogène; *pe*, périblème; *pl*, plérome; *iec*, initiales de l'écorce de la racine. En 11 et 12, coupes transversales montrant la disposition des quadrants *q*, et celle des quatre cellules circumaxiales issues de *m*. G = 340.

longitudinale (*fig.* 7, 8) et donnent quatre quadrants nettement disposés en tétraèdre; celui de ces quatre quadrants qui occupe le sommet se convertit en une épiphyse évidente (*e*); les trois autres, placés au-dessous, engendrent la partie cotylée proprement dite, c'est-à-dire cette région du corps d'où tirent origine les cotylédons et les initiales du cylindre central de la tige. La cellule intermédiaire de la tétrade (*m*, *fig.* 2), par deux cloisons verticales cruciales, donne quatre cellules circumaxiales (*fig.* 3 à 10), aux dépens desquelles, par de nouvelles parois verticales, s'individualisent les premiers éléments des trois histogènes (*fig.* 13 à 18); des cloisons transversales succèdent bientôt à ces parois verticales (*fig.* 17 à 19) et tout le massif cellulaire produit ainsi

par la cellule primitive, *m*, donne naissance à la partie hypocotylée. Enfin, la cellule inférieure (*ci*, *fig.* 2) engendre un suspenseur *sensu lato*, qui se montre composé d'un nombre variable d'éléments généralement superposés et aplatis; la cellule-fille supérieure de *ci* (*n*, *fig.* 3 à 9) se sépare en deux éléments *r* et *t* (*fig.* 13 à 15); la cellule *r*, en règle très générale, devient l'hypophyse; parfois elle est remplacée dans ces fonctions par sa cellule-fille supérieure. A cet égard, il est difficile d'arriver à des résultats précis, en raison des caractères cytologiques peu dissemblables qu'offrent les cellules dans la partie supérieure du suspenseur et du nombre peu constant des éléments qui se constituent dans cette région. Seules des analogies caryologiques, assez discutables d'ailleurs, ont permis d'établir la filiation indiquée dans la figure 17.

Somme toute, les règles du développement de l'embryon du *Potentilla reptans*, déterminant tous les rapports de la cellule embryonnaire primordiale avec les régions fondamentales du corps, reproduisent exactement celles qui ont été établies au sujet du *Geum urbanum*. Elles définissent un type embryonnaire qui peut être incontestablement considéré comme représentatif des Potentillées. D'autres recherches montreront si les autres tribus des Rosacées offrent entre elles des différences plus ou moins profondes, et si ces variations peuvent aider à reconnaître des liens de parenté avec d'autres groupements de Dicotylédones. Pour le moment, comme je l'ai déjà signalé en 1923, c'est à l'embryon des Composées que celui des Rosacées-Potentillées peut être le plus étroitement comparé.

BOTANIQUE. — *Germination des graines et plantes-hôtes de l'Orobanche de la Fève* (Orobanche speciosa *DC.*). Note [1] de M. **Charles Chabrolin**, présentée par M. Louis Blaringhem.

L'influence des racines de différentes espèces de Phanérogames sur la germination des graines de l'Orobanche de la Fève (*Orobanche speciosa* = *Orobanche crenata*) a été déterminée par des cultures en pot, dans du sable, suivant la technique indiquée antérieurement [2]. Des essais en pot, dans du terreau et des cultures en pleine terre, avec apport de graines d'Orobanche, ont permis de confirmer expérimentalement la nature des plantes-hôtes de cette espèce d'Orobanche dont les graines avaient été récoltées sur des plantes parasites de la Fève.

Les racines d'un grand nombre de Phanérogames, appartenant à des

---

(1) Séance du 27 mai 1935.

(2) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 2275.

familles très diverses (Légumineuses, Composées, Ombellifères, Linées, Géraniacées, Scrofularinées, Tropéolées, Primulacées, Borraginées, Convolvulacées, Cannabinées, Valérianées, Liliacées) provoquent la germination des graines de l'*Orobanche speciosa*. Leur action se fait sentir à des distances variables suivant les espèces. Elle est de 8^{mm} au maximum dans les essais effectués. Dans cette zone d'influence, le pourcentage des graines qui germent varie entre 1 et 100 pour 100 et présente tous les degrés intermédiaires entre ces deux extrêmes.

Les plantes sur lesquelles l'Orobanche se développe sont également nombreuses et appartiennent à des familles très dissemblables : Légumineuses, Composées, Ombellifères, Géraniacées, Tropéolées et Convolvulacées. La vitesse de croissance de l'Orobanche varie suivant la plante excitante et l'on peut observer un échelonnement de 2 mois dans l'époque de la floraison du parasite. Les différences portent aussi sur le nombre de tiges d'Orobanche que nourrit un même pied de l'hôte et sur les dimensions de ces Orobanches qui sont parfois minuscules et ne donnent que quelques fleurs. Il existe même des plantes sur lesquelles l'Orobanche reste à l'état de tubercules souterrains de quelques millimètres de diamètre.

Parmi les essais effectués avec 75 espèces de Phanérogames, on peut retenir les exemples typiques suivants :

Les racines de Fève (*Vicia Faba* L.) font germer toutes les graines de l'Orobanche dans un rayon de 5^{mm}. Sur cet hôte poussent de très nombreux pieds d'Orobanche à développement rapide.

Les racines du *Trifolium Alexandrinum* ont la même action que celles de la Fève. Sur cette espèce, les Orobanches se développent en nombre beaucoup plus faible et fleurissent avec un retard de près de 2 mois.

Les racines de l'*Astragalus bœticus* L. font germer toutes les graines dans un rayon de 8^{mm}. Leur action est donc plus étendue que celle des racines de Fève. Dans le sable, de nombreuses Orobanches parasitent les racines de l'Astragale, mais leur croissance est très lente. Dans le terreau et en pleine terre, aucun pied d'Orobanche n'apparaît hors du sol. Le Lin (*Linum usitatissimum* L.) se comporte de la même manière. La zone d'influence de ses racines est limitée à 5^{mm} ; dans le sable et dans le terreau, elles portent de minuscules tubercules d'Orobanches dont aucun ne produit de pousse aérienne.

Au voisinage immédiat des racines de l'*Hedysarum coronarium* L. les graines de l'*Orobanche speciosa* germent en proportion très faible. Pourtant, dans les cultures sur terreau, en pot, cette espèce nourrit de nombreux

pieds du parasite, à floraison tardive. En pleine terre, le développement de l'Orobanche n'a été ni obtenu ni observé sur cette Légumineuse.

Enfin, les racines de l'*Euphorbia helioscopia* L. ne font pas germer les graines de l'*Orobanche speciosa*. Elles se laissent pourtant parasiter par des plantules que le hasard a fait naître à leur voisinage et, tout comme les racines de Lin, elles portent alors des tubercules qui ne parviennent pas à donner des pousses aériennes.

En confirmant les recherches antérieures (*loc. cit.*), ces essais permettent de conclure que la germination des graines de l'*Orobanche speciosa* sous l'influence des racines de nombreuses Phanérogames est un phénomène indépendant des phénomènes ultérieurs qui règlent les relations entre le parasite et ses hôtes divers. Il existe notamment des espèces, telles que l'*Astragalus bœticus* et le *Linum usitatissimum*, qui font germer les graines de l'*Orobanche speciosa* de la Fève et qui n'assurent qu'un développement ultérieur très lent et très limité du parasite. Ces espèces constituent des plantes pièges qui permettent d'envisager la lutte contre les Orobanches sous un angle nouveau.

Ces essais suggèrent enfin l'existence, dans l'espèce *Orobanche speciosa*, de races physiologiques susceptibles d'être différenciées par l'action, sur la germination de leurs graines, des racines de diverses Phanérogames. Ce point donnera lieu à de nouvelles recherches basées sur l'emploi de lignées pures du parasite et de lignées pures d'hôtes appropriés.

AGRONOMIE. — *Influence du froid sur la conservation et la productivité de la Pomme de terre.* Note de M. **Émile Miège**, présentée par M. Julien Costantin.

Les cultures en montagne ont déjà montré l'action qu'exerce l'altitude sur les rendements et la rusticité de la Pomme de terre. En voulant interpréter ces résultats, comme ceux que nous avons nous-même obtenus, nous avons été amené à les imputer, partiellement au moins, aux basses températures observées dans les zones élevées et, par suite, à rechercher l'influence du froid artificiel. D'autre part, les énormes difficultés que présente la conservation des tubercules sous le climat humide et chaud de l'Afrique du Nord (quels que soient les procédés employés et les précautions prises), nous ont également engagé dans cette voie.

Des lots semblables de tubercules de diverses variétés de Pommes de

terre (Esterlingen, Bintje, Industrie, Fluke, Maréchal Pétain), ont été étendus, les uns dans une caisse remplie de sable desséché et stérilisé au four à 200° et placée dans une pièce fraîche, à la lumière diffuse, les autres sur les étagères de deux frigidaires maintenus à + 4° et + 5°C, le tout du 2 juillet au 12 décembre 1934, date de la plantation; puis du 15 décembre 1934 au 18 mai 1935, date de la seconde plantation. Un troisième lot a été conservé, durant la première période d'été, dans du sable, en cave à Ifrane, à 1650m d'altitude.

Première conservation et résultats culturaux. — En sable et à Rabat, les tubercules se sont altérés (10 à 25 pour 100), en particulier ceux de Maréchal Pétain; il a fallu, en outre, procéder à trois dégermages successifs, lorsque les pousses atteignaient 15 à 20 et 25cm de longueur; au moment de la plantation, les semences restées saines étaient ridées et en partie desséchées.

En cave, à Ifrane, la conservation a été meilleure, on n'a dû procéder qu'à un seul égermage, en novembre; les tubercules étaient plus fermes, moins ratatinés et la proportion des avariés ne dépassait pas 10 pour 100, selon les variétés [1].

Enfin les pommes de terre demeurées au frigidaire étaient absolument intactes, sans la moindre altération, avec des germes courts et vigoureux.

Vingt tubercules uniformes de chaque lot ont été plantés comparativement, à Rabat, le 15 décembre 1934 et récoltés le 15 avril. Nous extrayons des résultats de cette culture ceux qui concernent seulement le mode de conservation.

TABLEAU I. — *Rendement moyen par pied.*
(Lieu de culture antérieure : Rabat.)

Lieu et mode de conservation (1934).	Variétés.					
	Eesterling.	Bintje.	Fluke (1er lot).	Fluke (2e lot).	Maréchal Pétain.	Industrie.
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Rabat (Cave).........	0,105	0,195	0,327	0,247	0,138	0,529
Rabat (Frigidaire).....	0,525	0,635	0,525	0,470	0,273	0,780
Ifrane (Cave).........	0,283	0,335	0,452	0,227	0,213	0,320

(1) Moyennes mensuelles des températures extrêmes, à l'extérieur :

	Juillet.	Août.	Sept.	Octobre.	Nov.	Déc.
Rabat (maxima)............	25,8	26,6	25,9	25,9	19,6	19,7
» (minima)............	17,9	16	15,7	14,2	10,9	9,3
Ifrane (maxima)............	30,5	29,9	25,6	20,4	9	13
» (minima)............	12,4	10	8,3	4,5	0,6	—2,2

Ainsi tous les pieds provenant du frigidaire ont donné, sans exception, des rendements beaucoup plus élevés que ceux conservés, dans les meilleures conditions, sur la côte, et même en montagne, ceux-ci venant au second rang, mais avec une productivité moyenne toutefois bien plus faibles

Deuxième conservation. — Dans le sable, où nous avons noté les moyenne. de températures extrêmes suivantes :

TABLEAU II.

	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.
Maxima	12°,8	12°,6	16°,8	19°,1
Minima	9°,8	8°,9	12°,5	12°,9

Les tubercules originaires de Rabat on produit des germes longs (12^{cm}-15^{cm}) effilés et décolorés (qu'il a fallu détruire à diverses reprises) et ont subi, de ce fait, un ramollissement plus ou moins accentué; d'autres ont donné naissance à de nouveaux tubercules et trois échantillons ont pourri, dans la proportion de 75 pour 100 pour la Fluke numéro 1, de 80 pour 100 pour la Bintje et de 90 pour 100 pour l'Esterlingen.

Ceux provenant de culture ou de conservation en montagne se sont maintenus en bon état mais, malgré les précautions prises et la saison favorable, la plupart étaient ridés, brunis, en partie épuisés et avaient perdu de 10 à 40 pour 100 de leur poids initial.

Par contre, en frigidaire, à température constante de + 4° et à l'obscurité de l'appareil, la conservation a été en tous points parfaite; les tubercules avaient gardé leur couleur, leur aspect et leur fermeté; leurs germes étaient courts (1^{cm} à 1^{cm},5) trapus, colorés, et garnis de brèves et fortes radicelles, le poids initial n'était pour ainsi dire pas modifié (5 pour 100 environ).

Devant la netteté de ces résultats, un essai en chambre froide et portant sur plusieurs quintaux a été tenté aux entrepôts frigorifiques de Casablanca.

En résumé, le froid (maintenu à + 4 ou 5°C pendant plusieurs mois) a exercé, sur les tubercules de toutes les variétés de pommes de terre examinées, une action particulièrement favorable, qui s'est traduite par un accroissement général et considérable de leur productivité (dépassant parfois 100 pour 100) et par une conservation parfaite, qu'il a été impossible d'obtenir par d'autres procédés, et même en montagne, malgré l'avantage réel fourni par l'altitude.

PHYSIOLOGIE. — *Peut-on, dans une ration équilibrée, substituer aux glycérides les acides gras qui leur correspondent ?* Note de M. **Raoul Lecoq**, présentée par M. E. Leclainche.

Nous avons précédemment établi que l'utilisation des lipides (spécialement ceux de l'huile d'olive), par l'organisme du Pigeon, nécessite la présence dans la ration de quantités appropriées de vitamines B. Cette démonstration a été faite au moyen d'un régime LP, privé de glucides, mais comportant la présence de protéides, de sels minéraux, d'aliments de lest et de vitamines en proportions satisfaisantes, pour que la ration soit en définitive convenablement équilibrée, assurant une longue survie et un bon entretien des animaux (¹). Alors que les huiles d'arachide, de lin, de palme, de foie de morue, le saindoux, les beurres de coco et de cacao peuvent entrer jusqu'à 50 pour 100 dans de telles rations sans inconvénient, l'huile de ricin agit dans les mêmes conditions comme substance de déséquilibre, rendant inopérante l'action complémentaire de fortes doses de vitamines B, ajoutées sous forme de levure de bière. Dans ce dernier cas cependant, un équilibre assez strict de la ration peut être obtenu au moyen du régime P 59, avec les mêmes constituants, mais en ramenant la proportion d'huile à 22 pour 100 (²).

Ces faits étant connus, on pouvait se demander ce qu'il adviendrait si l'on substituait aux glycérides apportés par les lipides naturels de la ration les acides gras correspondants, et encore si le glycérol peut jouer le rôle de facteur essentiel, en compensant dans une certaine mesure l'absence de glucides du régime.

Pour nous en rendre compte, nous avons utilisé six lots de douze pigeons adultes, de 350g environ, auxquels nous avons administré par gavage, à raison de 15g par jour, dose énergétiquement suffisante, l'un des six régimes ci-après :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Peptone de muscle	25	25	59	59	59	59
Acides gras de l'huile d'olive	50	45	22	20	–	–
Acides gras de l'huile de ricin	–	–	–	–	22	20
Glycérol	–	5	–	2	–	2
Graisse de beurre	4	4	4	4	4	4
Mélange salin d'Osborne et Mendel	6	6	5	5	5	5
Agar-agar	10	10	8	8	8	8
Papier filtre	2	2	2	2	2	2
Paraffine	3	3	0	0	0	0

(¹) *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 827.

(²) R. Lecoq et J. Savare, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1693; 198, 1934, p. 1540.

Les régimes I et II dérivent du régime LP équilibré à 50 pour 100 d'huile; les lipides naturels s'y trouvent remplacés, soit par les acides gras correspondants, soit par une association des mêmes acides gras et de glycérol (1/10e environ). Les régimes III, IV, V, VI dérivent de la même manière du régime équilibré à 22 pour 100 d'huile de ricin, les acides gras des huiles d'olive et de ricin y étant employés concurremment.

Chacun des lots précédents fut subdivisé en trois séries de quatre animaux, lesquels reçurent des doses quotidiennes échelonnées de vitamines B, représentées par 0^g, 0^g,75 et 3^g de levure de bière desséchée.

Une dose de 0^g,75 de levure suffit normalement à compléter le régime LP, à 50 pour 100 d'huile d'olive, et le régime P 59, à 22 pour 100 d'huile de ricin. Il n'en fut pas de même avec les régimes ci-dessus mentionnés, les survies observées atteignant seulement 60 à 100 jours dans les meilleurs cas. En effet, la mort des sujets survenait, aussi bien en présence qu'en l'absence de levure de bière, à la suite de crises polynévritiques typiques. Voici d'ailleurs le détail des moyennes de ces survies, exprimées en jours :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Régimes sans levure.............	17-30	30- 50	17-30	30- 50	4-12	4-12
Régimes avec 0^g,75 de levure....	17-30	40- 80	17-40	40- 80	4-12	4-12
Régimes avec 3^g de levure.......	20-35	60-100	20-35	60-100	4-12	4-12

Interprétation des résultats et conclusions. — 1° Il n'est pas possible de substituer aux glycérides d'un régime convenablement équilibré les acides gras correspondants sans déséquilibrer ce régime, provoquant chez les Pigeons qui le reçoivent l'apparition de crises polynévritiques suivies de mort, malgré l'addition, sous forme de levure de bière, de doses élevées de vitamines B.

2° Les acides gras de l'huile de ricin, substance de déséquilibre, ne se trouvent nullement modifiés dans leur action par adjonction de 10 pour 100 de glycérol.

3° Au contraire, l'addition de glycérol aux acides gras de l'huile d'olive permet d'atténuer très sensiblement le déséquilibre de la ration et assure, en présence de levure de bière, des survies beaucoup plus prolongées des animaux. Toutefois, le déséquilibre subsiste quelle que soit la proportion d'acides gras mise en œuvre.

4° Il semble que la juxtaposition des acides gras et du glycérol dans une ration ne puisse remplacer la présence de ces mêmes corps en combinaison intime sous la forme de glycérides.

5° Il n'est pas impossible qu'une substance essentielle soit entraînée au cours de l'extraction par saponification des acides gras employés.

PHYSIOLOGIE. — *L'effet de l'adrénaline sur le métabolisme du muscle isolé.* Note de MM. **David Nachmansohn**, **Jacob Wajzer** et Mlle **Ruth Lippmann**, présentée par M. Louis Lapicque.

De nombreux travaux ont montré que l'adrénaline augmente le travail du muscle fatigué; elle ne modifie pas celui du muscle non fatigué. Cet accroissement se produit chez les animaux à sang chaud aussi bien que chez les animaux à sang froid. On pouvait donc prévoir une influence de l'adrénaline sur les processus fournissant l'énergie musculaire. Les expériences entreprises dans le but de mettre en évidence cette influence, n'ont cependant donné aucun résultat affirmatif jusque tout récemment.

Cori et Hegnauer [1] viennent de démontrer qu'en anaérobiose le taux d'acide lactique dans le muscle de grenouille est augmenté, lorsque le muscle se trouve dans une solution contenant de l'adrénaline. Mais ces expériences ne concernent que la formation d'acide lactique; les autres réactions fournissant l'énergie, particulièrement la décomposition du phosphagène, n'ont pas été étudiées. Elles laissent donc en suspens la question de savoir si l'influence de l'adrénaline consiste en une excitation non spécifique, accélérant tous ces processus, ou bien dans une action spécifique sur le métabolisme, n'accélérant que la formation d'acide lactique.

Nous avons examiné cette question par la méthode de F. Lippmann et O. Meyerhof [2] à l'aide de l'appareil de O. Warburg. Cette méthode consiste à mesurer l'absorption ou le dégagement d'acide carbonique à partir du bicarbonate, suivant la réaction qui prédomine : ou la décomposition du phosphagène, libérant des valences basiques, ou la formation d'acide lactique, chassant l'acide carbonique. Cette méthode permet d'observer la plus légère influence sur les processus énergétiques à partir du moment même où l'on ajoute l'adrénaline et de la suivre pendant un certain temps. Il est nécessaire de contrôler par voie chimique les réactions qui sont à la base des échanges de gaz.

Des couturiers de grenouille ont été placés dans une solution de Ringer bicarbonatée et phosphatée. Les expériences ont été effectuées en anaérobiose (5 pour 100 CO^2/N^2), le pH étant de 7,2.

Aussitôt que l'addition d'adrénaline a été effectuée, la courbe d'acide

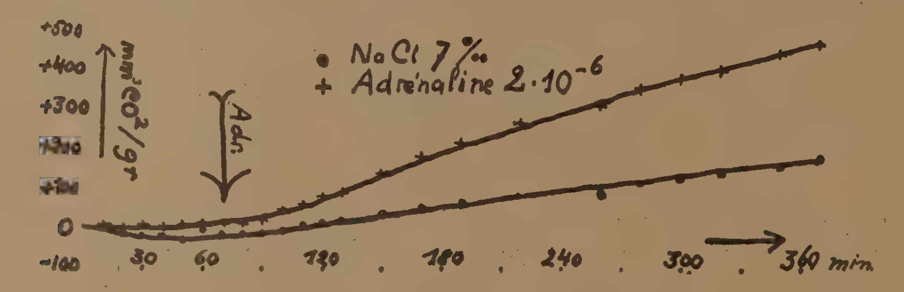
(1) *Journ. of Biol. Chem.*, 105, 1934, p. 691.

(2) *Biochemische Zeitschrift*, 227, 1930, p. 84.

carbonique monte, ce qui est dû à une diminution de l'absorption ou à un accroissement du dégagement. Cette action se poursuit pendant plusieurs heures.

Les dosages chimiques montrent que la variation des échanges de gaz correspond uniquement à un accroissement de la formation d'acide lactique. La décomposition de phosphagène n'est pas changée au début par l'action de l'adrénaline. Dans un stade ultérieur, on trouve même plus de phosphagène dans le muscle soumis à l'action de l'adrénaline que dans le muscle témoin, c'est-à-dire que la resynthèse du phosphagène est donc accélérée.

Parmi un grand nombre d'expériences nous reproduisons, à titre d'exemple, une courbe montrant l'influence de l'adrénaline sur les échanges de gaz. D'autre part, voici les chiffres de trois essais montrant l'accélération de la formation d'acide lactique et de la resynthèse du phosphagène.



Acide lactique (mg/g de muscle)		Phosphagène (P^2O^5 mg/g de muscle)	
Na Cl.	Adrénaline.	Na Cl.	Adrénaline.
0,95	1,24	0,33	0,73
0,89	1,22	0,51	0,63
1,34	1,65	0,31	0,45

De nos expériences, nous tirons la conclusion suivante : l'hormone de la surrénale exerce une influence directe et spécifique sur le métabolisme énergétique de la cellule musculaire, consistant en une accélération de la formation d'acide lactique. Le phosphagène n'est d'abord pas touché; ce n'est qu'après la décomposition d'une grande partie du phosphagène que la resynthèse est accélérée grâce à l'énergie fournie par l'augmentation de la formation d'acide lactique. De ce fait, on peut expliquer, pourquoi l'augmentation du travail par l'adrénaline ne se produit que sur le muscle fatigué.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'inversion sexuelle expérimentale de l'ébauche testiculaire, chez l'embryon du poulet.* Note de Mme **Véra Dantchakoff**, présentée par M. M. Caullery.

Tout embryon de poulet réalise invariablement le sexe femelle *à la suite de l'introduction dans son organisme de l'hormone femelle progynon* (préparation obtenue synthétiquement dans les laboratoires de Kahlbaum et Schering et mise à ma disposition par le professeur Schöller).

L'injection de l'hormone, sous forme de solution huileuse, a été faite dans le sac allantoïdien d'embryons de 4 jours d'incubation, à un stade où leurs gonades, à peine ébauchées, ne sont pas encore sexuellement orientées et où seul le déterminisme héréditaire génétique, sous la forme de garnitures chromosomiques spéciales, distingue les ébauches des deux sexes.

La présence de la petite goutte d'huile dans le sac allantoïdien ne s'est pas montrée nocive pour l'embryon. Celui-ci continuait à se développer d'une manière régulière.

L'action de l'hormone femelle *progynon* est *spécifique*. Dans l'ensemble coordonné des ébauches formant l'entité embryonnaire, cette hormone va se fixer dans un endroit spécial et provoquer dans les *gonades* des processus formatifs à caractères *spéciaux*, (il reste à voir si cette action se fait par une voie directe ou indirecte).

Dans le développement normal de l'embryon, son orientation sexuelle est déterminée par la constitution génétique dominante de ses tissus et de sa lignée germinale en particulier. Cependant une plasticité des tissus somatiques et une bivalence sexuelle des cellules germinales a été mise en évidence occasionnellement par nombre d'auteurs et dans différentes classes d'animaux. *Dans un embryon traité au progynon*, c'est l'hormone femelle introduite qui commande, c'est elle qui déclenche des processus morphogénétiques spéciaux dans les gonades et qui détermine les mouvements des myriades d'éléments cellulaires, leurs agencements réciproques et leurs transformations individuelles.

Dans une gonade femelle, l'apparition précoce de l'hormone femelle ne change guère d'une manière essentielle les processus formatifs. Elle leur donne un coup de fouet et les différenciations histogénétiques sont réalisées avec plus de vigueur et plus de rapidité.

Il en est tout autrement pour *les gonades mâles*. Ici, la substance introduite provoque des processus morphogénétiques qui n'auraient pas été

réalisés dans le développement typique. La constitution génétique chromosomique mâle des cellules germinales et des tissus somatiques se montre impuissante à résister aux stimuli énergiques issus de la petite goutte introduite dans le sac allantoïdien. Il se produit un arrêt subit des corrélations tissulaires, caractéristiques du sexe mâle. Des réactions antagonistes de la constitution génétique dominante sexuelle de l'embryon et caractéristiques du sexe femelle sont mises en train.

Parmi les 36 *embryons traités au progynon*, la moitié environ devait posséder le déterminisme sexuel mâle. Néanmoins leurs *gonades gauches* furent *toutes transformées en ovaires et les oviductes en de gros cordons*. L'hormone introduite a inhibé le mécanisme sexuel génétique mâle et a déclenché une action analogue à celle du mécanisme sexuel génétique femelle. L'action de l'hormone femelle sur les ébauches gonadiques mâles aboutit à la réalisation des structures microscopiques normales de l'ovaire. Elle ne diffère même pas dans ses effets sur les ébauches droites. Car la *curieuse asymétrie des gonades femelles est réalisée dans les embryons mâles traités au progynon*. Leurs ébauches testiculaires droites restent rudimentaires et subissent une transformation analogue à celle des ébauches gonadiques droites de l'embryon femelle.

L'*inversion sexuelle* de l'ébauche testiculaire est *fonction de l'hormone femelle* introduite. Ce produit chimique, relativement simple, agit sur un embryon mâle, où le mécanisme des processus morphogénétiques est naturellement orienté dans un sens inverse, mais n'est pas encore mis en train. Les résultats obtenus révèlent une *plasticité et une polyvalence remarquables* des ébauches embryonnaires mâles, le *dynamisme formidable* du groupement moléculaire de la substance introduite et nous fait, en même temps, pénétrer un peu plus profondément dans l'*énigme du gène*. Nous ne connaissons dans son activité que les deux points « initial et terminal ». Autrement dit, la présence du gène a été démontrée dans la substance du chromosome et la réalisation des caractères dans l'organisme a été rapportée à cette présence. Dans l'*hormone femelle*, nous avons la substance provoquant chez un jeune embryon de poulet, un complexe de processus morphogénétiques qui sont réalisés, dans un embryon normal, en corrélation avec son déterminisme sexuel dominant (symbolisé par l'équilibre entre chromosomes sexuels et autosomes). Cette substance, obtenue synthétiquement, chimiquement identique à l'hormone d'un *Mammifère femelle adulte*, à tissus *homochromosomiques*, agit ici, dans un *embryon mâle* d'*Oiseau*, *à tissus homochromosomiques*, d'une manière très analogue à celle que l'on constate,

dans des conditions naturelles, pour les tissus *hétérochromosomiques* de l'*embryon* du *poulet* du sexe *femelle*.

Remarque de M. **Caullery** *à propos de la Communication précédente.*

Le résultat annoncé par Mme Vera Dantchakoff, dont les travaux sur l'embryogénie du poulet font depuis longtemps autorité, résultat dont l'importance n'échappera à personne, repose sur un fait statistique. La probabilité pour que, dans les conditions naturelles, sur trente-six embryons de poulet, il ne se trouve aucun mâle, est extrêmement faible (2^{-36}). Il est donc infiniment probable qu'un certain nombre des femelles trouvées ici sont des mâles inversés sous l'influence du progynon, introduit dans l'allantoïde au quatrième jour de l'incubation. Tout donne à penser que des confirmations de l'effet expérimental annoncé par Mme Dantchakoff seront prochainement formulées.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur l'isomérisation d'hétérosides cyanogénétiques.* Note de M. **Victor Plouvier**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Traité par une solution diluée d'alcali, l'amygdaloside, hétéroside de l'acide phénylglycolique gauche, donne une substance plus soluble, l'isoamygdaloside correspondant à l'acide phénylglycolique racémique [(1), (2)]. De même l'amygdonitrileglucoside, hétéroside de l'acide phénylglycolique gauche, est isomérisé par la baryte diluée en prulaurasoside correspondant à l'acide phénylglycolique racémique (3).

Nous avons examiné de plus près ces deux réactions.

1° *Amygdaloside.* — Nous avons constaté que des solutions d'amygdaloside abandonnées dans des flacons à la température ordinaire voient leur pouvoir rotatoire augmenter. Cette augmentation est accélérée par une élévation de température. Plus le verre des flacons est alcalin, plus l'augmentation est rapide.

Pour préciser ces résultats, nous avons préparé des solutions-tampons

(1) Dakin, *J. Chem. Soc. of London*, 85, 1904, p. 1512.

(2) Hérissey, *Journ. Pharm. et Chim.*, 26, 1907, p. 198.

(3) Caldwell et Courtault, *J. Chem. Soc. of London*, 91, 1907, p. 673.

de pH déterminés (PO^4HNa^2 et PO^4H^2K). Nous avons obtenu les résultats suivants en additionnant 10^{cm^3} de chaque solution de $0^g,20$ d'amygdaloside et en les chauffant en tubes scellés au bain-marie bouillant pendant des temps variables :

pH.	4,6.	5.	5,5.	6.	6,5.	7.	7,5.	8.	8,6
Amygdaloside (Initial $\alpha = -1°,29'$).									
	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
Après 1/2 heure.	−1.31	−1.33	−1.37	−1.49	−2.	−2. 2	−2. 2	−2. 4	−2. 5
» 1 »	−1.34	−1.37	−1.44	−1.54	−2. 2	−2. 3	−2. 3	−2. 2	−2. 7
» 1 »	−1.39	−1.40	−1.48	−1.59	−2. 4	−2. 6	−2. 8	−2.12	−2.13
Amydonitrileglucoside (Initial $\alpha = -53'$).									
Après 1/2 heure.	−1. 1	−1. 9	−1.12	−1.30	−1.48	−1.47	−1.48	−1.46	−1.47

A une même température, l'isomérisation dépend du pH et du temps de chauffe. Elle augmente avec le pH : à pH = 4,6, elle est commencée en 1/2 heure à 100°; à pH = 7, elle est de 66 pour 100; à pH = 8,6, elle est de 80 pour 100. Elle augmente également avec la durée de chauffe : en 1/2 heure à pH = 6 à 100°, elle est de 45 pour 100; en 1 heure, elle est de 55 pour 100 et en 2 heures de 65 pour 100.

Une élévation de température augmente la vitesse d'isomérisation. Nous avons placé à des températures déterminées des solutions d'amygdaloside de pH = 7,4 : à 70°, l'isomérisation est totale en 1 jour; à 34°, il faut environ 8 mois; à 19-20°, 75 pour 100 sont transformés en 1 an; à 0° la réaction est encore plus lente.

Le pouvoir rotatoire initial de nos solutions ($\alpha = -1°29'$) correspond à un pouvoir rotatoire spécifique de l'amygdaloside $[\alpha_D]^{20} = -40°4$. Le pouvoir rotatoire de ces deux solutions après isomérisation $\alpha \neq -2°13'$ correspond à un pouvoir rotatoire spécifique $\alpha_D \neq -60°$. Or, le pouvoir rotatoire de l'isoamygdaloside est $[\alpha_D] = -52°6$. Le pouvoir rotatoire observé en est donc différent; d'après Krieble [1], il correspondrait au *d*-amygdaloside, mais nous faisons toutes réserves sur ce point. La vitesse d'isomérisation ne présente aucun palier correspondant à l'isoamygdaloside : celui-ci ne serait qu'un mélange de $d + l$ amygdaloside; il est facile d'en séparer le *l*-amygdaloside par cristallisation dans l'alcool à 95°.

Pour préparer l'isoamygdaloside, M. H. Hérissey (*loc. cit*). laisse pendant

---

(1) *Journ. Amer. Chem, Soc.*, 34, 1912, p. 716.

12 heures à 25° une solution d'amygdaloside dans la baryte N/200. Si on laisse plus longtemps l'amygdaloside au contact de l'alcali, le stade isoamygdaloside est dépassé et celui-ci est transformé.

Dans les manipulations effectuées sur l'amygdaloside, tout agent susceptible d'amener le pH au-dessus de 7 peut provoquer une isomérisation rapide. En particulier, l'addition de CO^3Ca destiné à neutraliser l'acidité et à éviter tout risque d'hydrolyse de l'hétéroside, élève le pH vers 8,8. Or, dans ces conditions, une demi-heure de chauffage à 100° suffit pour isomériser entièrement l'amygdaloside.

2. *Amygdonitrileglucoside*. — Nous avons effectué des expériences semblables sur l'amygdonitrileglucoside. Nos résultats, consignés dans le tableau précédent, montrent que l'amygdonitrileglucoside est plus facile à isomériser que l'amygdaloside.

Le pH et la température sont ici encore les deux facteurs qui influent sur la vitesse d'isomérisation. A pH = 4,6, l'isomérisation est de 16 pour 100 en une demi-heure à 100°; à pH = 6,5, elle est totale pendant ce même temps.

Le pouvoir rotatoire initial de nos solutions ($\alpha = -53'$) correspond à un pouvoir rotatoire spécifique de l'amygdonitrileglucoside $[\alpha_D] = -26°$. Le pouvoir rotatoire final ($\alpha = -1°48'$) correspond au pouvoir rotatoire spécifique du prulaurasoside $[\alpha_D] = -52°5$. L'isomérisation s'arrête à ce stade : le prulaurasoside est très stable.

L'amygdonitrileglucoside a été découvert plusieurs fois dans les végétaux. Au cours de son extraction, il a certainement subi un début d'isomérisation. On n'obtient cependant par cristallisation dans l'ester acétique que l'amygdonitrileglucoside, le prulaurasoside étant beaucoup plus soluble et restant dans les eaux mères.

L'addition de CO^3Ca à l'alcool qui sert à épuiser les organes d'une plante favorise beaucoup l'isomérisation. C'est ainsi que M. H. Hérissey (1) signale la présence possible du prulaurasoside à côté de l'amygdonitrileglucoside extrait des feuilles de *Photinia serrulata* Lindl. Le prulaurasoside observé dans ce cas peut résulter de l'isomérisation de l'amygdonitrileglucoside au cours de la préparation.

Nous examinerons s'il en est de même pour les autres végétaux où l'on a signalé le prulaurasoside.

---

(1) *Journ. Pharm. et Chim.*, 5, 1912, p. 574.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Études chimiques sur le bacille diphtérique. Extraction fractionnée des lipides du bacille; séparation de la fraction haptène; présence de savon dans les corps bacillaires.* Note de M. **Michel-A. Macheboeuf** et **Henry Cassagne**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons appliqué au bacille diphtérique la méthode d'épuisements fractionnés, à froid et dans le vide, que l'un de nous a mise au point pour l'étude du bacille tuberculeux [(1), (2)]. Les bacilles furent cultivés sur bouillon peptoné, glucosé (1 pour 1000) et maltosé (3 pour 1000), à pH 8,2. Après 12 jours de culture à 38°, les bacilles furent séparés, lavés vivants avec de l'eau distillée, puis épuisés à l'abri de l'air et à froid par une série de solvants : 1° acétone; 2° éther; 3° alcool méthylique. Les quelques lipides non extraits par ces épuisements, le furent ensuite par l'alcool éthylique bouillant, puis par le benzène chaud.

Chacune des solutions obtenues fut évaporée dans le vide, les résidus furent desséchés, puis repris par l'éther anhydre pour éliminer les substances non lipidiques. Les fractions lipidiques furent analysées et soumises à l'essai sérologique de leur activité haptène.

	Poids en gr. par kilog. de bacilles secs.	Phosphore pour 100.	Activité haptène vis-à-vis de sérum de tuberculeux.
Fraction I extraite par l'acétone	85g	0,06	0
Fraction II extraite par l'éther	5	0,17	
Fraction III extraite par l'alcool méthylique	33	1,7	+++++
Fraction IV extraite par l'alcool chaud	3	0,23	
Fraction V extraite par le benzène	1	0	
Substances lipoïdiques totales	127		

Ces résultats diffèrent beaucoup de ceux obtenus (1) par la même technique pour le bacille tuberculeux qui donne par kilogramme de bacilles secs (souche bovine), 266g de substances lipoïdiques totales, dont 172g de fraction I et 22g de fraction II.

---

(1) M. A. Macheboeuf, J. Dieryck et R. Stoop, *Annales Institut Pasteur*, 54, 1935, p. 71.

(2) M. A. Macheboeuf et N. Fethke, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 16, 1934, p. 229.

On sait déjà [1] que des extraits alcooliques non purifiés de bacilles diphtériques sont capables de fixer l'alexine en présence de sérums contenant des anticorps tuberculeux (pouvoir haptène non spécifique); nous avons constaté que les substances qui possèdent cette activité haptène se rassemblent à peu près quantitativement dans une seule de nos fractions : la fraction III. Macheboeuf et Dieryck (*loc. cit.*) ont déjà constaté le même fait pour les haptènes lipoïdiques du bacille tuberculeux; bien plus, si l'on fractionne notre fraction III au moyen d'acétone, on constate pour le bacille diphtérique comme pour le tuberculeux que l'activité haptène est liée uniquement aux fractions riches en phosphore et très peu solubles dans l'acétone. Les haptènes du bacille diphtérique qui réagissent en présence d'anticorps tuberculeux ont donc de si nombreux caractères physico-chimiques communs avec les haptènes lipoïdiques du bacille tuberculeux que l'on peut penser qu'il s'agit de substances très voisines ou même peut-être d'une seule et même substance. Un fait curieux s'est révélé à nous : notre fraction lipoïdique haptène des bacilles diphtériques qui réagit avec une grande intensité vis-à-vis des sérums de tuberculeux, ne réagit pas bien nettement avec les immuns-sérums que nous avons préparés en injectant aux lapins des bacilles diphtériques morts ou vivants lavés. Il est donc possible que ces lipides ne soient pas dans les bacilles diphtériques à l'état de complexes antigéniques très actifs comme ils le sont dans les bacilles tuberculeux; ils y sont peut-être à l'état libre d'haptènes incapables de provoquer l'apparition d'anticorps. Dans le bacille tuberculeux, au contraire, ils seraient liés à des protéides pour former un véritable antigène très actif. Ce ne serait donc qu'une coïncidence chimique qui ferait que dans les bacilles diphtériques existe une substance analogue à celle qui, dans les bacilles tuberculeux, est l'haptène lipoïdique de fixation.

Un autre fait intéressant nous est apparu : la partie de l'extrait méthylique qui est insoluble dans l'éther anhydre, mais soluble dans l'eau, contient en abondance un savon alcalin que nous avons reconnu être du palmitate de sodium. La teneur en ce savon est telle que nous avons pu en extraire 6^{g} d'acide palmitique purifié pour 1^{kg} de matière sèche de bacilles. Ce savon n'est pas produit au cours de nos essais par une saponification, il préexiste dans les bacilles. En effet, après avoir vérifié que le milieu de culture ne contenait pas de trace décelable de savon, nous avons opéré sur

---

[1] A. Boquet et L. Negre, *Annales Institut Pasteur*, 35, 1921, p. 300.

des bacilles vivants, frais et non lavés que nous avons fait tomber dans de l'acétone bouillant ou de l'alcool bouillant, pour les tuer en arrêtant instantanément toute action diastasique. Dans les solutions ainsi obtenues, le palmitate de sodium était présent en abondance.

A côté du palmitate, la partie insoluble dans l'éther de l'extrait méthylique contient d'autres substances qui, en milieu acide, passent dans l'éther avec l'acide palmitique; ces substances ne sont pas des acides gras simples provenant d'autres savons, elles sont amorphes, et nous avons pu les séparer de l'acide palmitique par cristallisations fractionnées de cet acide dans de l'alcool légèrement hydraté (80°).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence de la 2-oxy-5-méthoxyacétophénone dans l'essence de rhizomes de* Primula acaulis *Jacq*. Note de MM. **Albert Goris** et **Henri Canal**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons signalé [1] la présence, dans l'essence des rhizomes de *Pr. acaulis* Jacq., d'un corps de nature cétonique, que nous n'avions pu identifier faute de matériaux suffisants. Il accompagne l'ester méthylique de l'acide méthoxyhydroquinone carbonique

$$C^6H^3\begin{cases} COOCH^3 & (1) \\ OH & (2) \\ OCH^3 & (5) \end{cases}$$

De nouvelles recherches, qui ont porté sur des rhizomes et des radicelles récoltés avant la floraison, nous ont permis d'isoler ce composé cétonique, et de l'identifier avec la 2-*oxy*-5-*méthoxyacétophénone*

$$C^6H^3\begin{cases} COCH^3 & (1) \\ OH & (2) \\ OCH^3 & (5) \end{cases}$$

Les rhizomes et radicelles débarrassés par lavages de la terre qui les souille sont, après broyage et macération de 12 heures dans l'eau, soumis à un entraînement par la vapeur d'eau.

Les eaux distillées donnent, après épuisement par l'éther et départ du solvant, une essence odorante, jaune pâle, neutre, fluide, incristallisable.

---

(1) *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 1675.

soluble dans les solvants organiques. Cette essence renferme la cétone, ainsi que l'ester méthylique de l'acide méthoxyhydroquinone-carbonique, provenant du dédoublement de l'hétéroside, le primulavéroside.

La cétone a été extraite de ce mélange par formation d'une semicarbazone : l'essence dissoute dans l'alcool méthylique pur exempt d'acétone, additionnée d'une solution concentrée d'acétate de semicarbazide dans le même dissolvant, donne, après 24 heures, la semicarbazone cristallisée. Elle est assez difficilement soluble dans l'alcool méthylique bouillant et donne par refroidissement de la solution méthylique des cristaux incolores fondant à 252°.

L'analyse de la semicarbazone conduit à la formule $C^{10}H^{13}O^{3}N^{3}$ permettant d'attribuer à la cétone la formule $C^{9}H^{10}O^{3}$.

Analyse. — C %, 53,55; H %, 6,07; N %, 18,55; OCH^{3} %, 14,45. Calculé pour $C^{10}H^{13}O^{3}N^{3}$: C %, 53,81; H %, 5,82; N %, 18,83; OCH^{3} %, 13,90.

La cétone a été régénérée en chauffant la semicarbazone pendant une heure au bain-marie bouillant avec de l'acide chlorhydrique concentré. La solution chlorhydrique refroidie, épuisée avec de l'éther, fournit après évaporation de la solution éthérée, la cétone sous forme solide, mais non cristallisée.

Après recristallisation dans l'éther de pétrole léger, elle se présente sous forme de paillettes et d'aiguilles odorantes légèrement colorées en jaune vert. Par refroidissement très lent d'une solution aqueuse bouillante elle se sépare en fines aiguilles anhydres jaune vert atteignant plusieurs centimètres de longueur et fondant à 49°. Elle présente en lumière de Wood une fluorescence jaune vert très brillante. La solution aqueuse de la cétone se colore en bleu intense avec $Cl^{6}Fe^{2}$ dilué.

L'insolubilité de cette cétone dans les carbonates alcalins, sa solubilité dans les alcalis caustiques, indiquent la présence d'une seule fonction phénolique libre [1]. L'analyse démontrant la présence d'un seul groupement méthoxylé, la cétone isolée dans l'essence de rhizomes du *Pr. Acaulis* ne peut être qu'une *oxy-méthoxyacétophénone*.

Analyse. — C %, 64,89; H %, 6,81; OCH^{3} %, 18,45. Calculé pour $C^{9}H^{10}O^{3}$: C %, 65,06; H %, 6,02; OCH^{3} %, 18,67.

La déméthoxylation de cette cétone par action ménagée de l'acide iodhy-

---

[1] Faute de matière, nous n'avons pu encore obtenir des esters dans un état de pureté suffisant pour en entreprendre l'examen.

drique au bain-marie bouillant pendant 4 heures conduit à la 2,5-*dioxy-acétophénone*, fondant à 202°, soluble dans les alcalis carbonatés et se colorant en bleu avec Cl^6Fe^2 dilué.

La cétone fondant à 49°, isolée de l'essence de rhizomes de *Pr. acaulis* Jacq., est donc la 2 *oxy-5-méthoxy-acétophénone*

$$C^6H^3\begin{cases} COCH^3 & (1) \\ OH & (2) \\ OCH^3 & (5) \end{cases}$$

Elle existe dans l'essence mélangée à l'ester méthylique de l'acide méthoxyhydroquinone carbonique, provenant de l'hydrolyse de l'hétéroside déjà signalé, le Primulavéroside.

Nous poursuivons nos essais en vue de déterminer si ce composé cétonique existe dans les rhizomes, à l'état libre, ou s'il provient de l'hydrolyse fermentaire d'un nouvel hétéroside.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les variations spontanées de la courbe glycémique du diabétique.* Note de MM. **Francis Rathery**, **Louis Roy** et **Michel Conte**, présentée par M. Alexandre Desgrez.

Le taux glycémique durant une journée est loin d'être constamment identique chez le diabétique. Il subit des fluctuations parfois très importantes qu'il est utile de connaître, car elles permettent d'expliquer les différences d'action de l'insuline suivant les heures de la journée et la production de phénomènes dits d'intolérance insulinique. Un certain nombre d'auteurs ont étudié ces modifications de la courbe glycémique en rapport avec les repas et l'injection d'insuline; mais le problème garde, de ce fait, toute sa complexité, étant donné les multiples facteurs qui peuvent intervenir. Il importe d'étudier le phénomène dans toute sa pureté, et seul l'examen du sang chez le diabétique, durant un jeûne atteignant ou dépassant 24 heures, permet d'apporter à ce sujet des conclusions fermes.

Hatlehol avait insisté sur ce qu'il a appelé la montée paradoxale nocturne de la glycémie et a fait intervenir l'état de veille ou de sommeil, mais il ne pratiquait pas de dosage de sucre sanguin après 8h du soir.

Véra multiplie, au contraire, les dosages, en se servant de microméthodes, et retrouve la baisse de la glycémie durant la journée et la remontée nocturne; tout en ne constatant qu'inconstamment le phénomène,

il a tendance à décrire un véritable rythme glycémique chez les diabétiques graves.

Nous avons repris la question en faisant de multiples dosages, non plus sur du sang pris au lobule de l'oreille et en utilisant les microméthodes, méthodes assez imprécises, du fait surtout de cette récolte d'un sang très impur, mais en prélevant le sang dans la veine et en nous servant de la méthode de dosage de A. Baudouin.

Nous avons étudié successivement des individus normaux, des diabétiques simples et des diabétiques consomptifs graves auxquels nous avons supprimé les injections d'insuline pendant la période d'examen. Le sang était prélevé à 8^h du matin après 12 heures de jeûne, puis à midi, à 16^h, à 23^h et à 8^h le lendemain matin.

Sujet normal. — Le tracé glycémique des 24 heures ne présente jamais une horizontale absolue ; il existe des accidents d'amplitude variable suivant les cas ; ces accidents sont représentés surtout, d'une part, par une baisse dans l'après-midi et par une montée le soir ; mais ils sont loin d'être constamment suivant ce type.

Diabétiques simples. — *a.* Chez tous les malades, sauf un, la courbe glycémique a présenté des oscillations très nettes se chiffrant par des différences souvent notables pouvant dépasser 0,80.

b. On ne peut décrire un type de tracé commun à tous les malades ; chaque sujet a son tracé glycémique qui lui est propre.

c. On peut cependant noter que, chez tous, il existe une baisse de la glycémie, du matin 8^h, au soir 23^h ; le plus souvent la glycémie maxima est le matin à 8^h et la glycémie minima à 15^h ou 16^h, souvent la baisse existe déjà, mais moins intense à midi ; parfois cependant, c'est à midi qu'est la montée maxima.

d. A 23^h, la glycémie est déjà remontée sans atteindre le plus souvent le taux de 8^h du matin, mais parfois cependant la baisse maxima se produit à ce moment.

e. Le deuxième jour de l'examen, après 36 heures de jeûne, à 8^h du matin, la glycémie est souvent, mais non constamment, plus élevée que la veille à 23^h ; il s'est donc bien produit, dans ces cas, une montée paradoxale comme l'admettait Hatlehol.

f. Chez deux sujets, nous avons refait l'expérience à plusieurs jours d'intervalle. Chez ces deux sujets, les courbes ont présenté des types différents de la première fois.

Diabétiques consomptifs. — Les oscillations de la courbe glycémique sont tout particulièrement marquées, mais, ici encore, elles sont tout individuelles. Ce qui paraît constant, c'est une tendance à la baisse, suivie d'une remontée; cette baisse a le plus souvent son maximum vers 15^h et la remontée commence de suite pour être nette à 23^h; mais il n'en est pas toujours ainsi; la baisse peut être à son maximum à 23^h et la remontée se produire pendant la nuit et être manifeste le lendemain matin.

La montée paradoxale de la nuit n'a existé que chez deux de nos malades sur trois, elle n'est donc pas constante dans le diabète grave.

Conclusions. — La courbe de la glycémie subit, dans les 24 heures, d'importantes oscillations chez les diabétiques; ces oscillations sont spontanées et se produisent en dehors de tout facteur extérieur (alimentation, sommeil, exercice, etc.). Elles ne se produisent pas suivant un type uniforme; la courbe glycémique diffère non seulement d'un diabétique à un autre, mais elle se modifie chez un même malade. Ces faits témoignent de l'existence de modifications à très court terme, dans le métabolisme glucidique, chez le diabétique; elles sont importantes à connaître pour l'administration correcte de l'insuline; malheureusement, elles sont individuelles et n'obéissent à aucune règle fixe.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Existence en France d'une anaplasmose bovine d'origine indigène.* Note de MM. **Jean Cuillé**, **Chelle** et **Berlureau**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

Durant l'hiver 1934-1935, dans un troupeau bovin de races hollandaise et schwitz, les jeunes, âgés de 1 à 2 ans, sont frappés par une affection qui provoque leur amaigrissement et se termine parfois par la mort. Quatre malades nous sont adressés aux fins de diagnostic.

L'examen clinique montre une infestation parasitaire importante (strongles, douve); un traitement approprié amène la disparition des parasites sans améliorer l'état général.

Les malades sont anémiques (3600000 à 4200000 globules rouges par millimètre cube au lieu de 6000000 et 8000000); il n'existe pas cependant de lésions sanguines et, en particulier, pas d'hématies nucléées ou tigrées.

Par contre, on constate dans les globules rouges de petits corpuscules

arrondis, à contours nettement délimités, d'une coloration bleu foncé intense après coloration par le May-Grünwald-Giemsa. L'immense majorité de ces corpuscules (80 pour 100) est située à la périphérie, en position nettement marginale, faisant même parfois saillie à l'extérieur; quelques-uns siègent à l'intérieur; mais tous sont excentriques. Le nombre des globules parasités est généralement faible (4 à 30 pour 1000).

Les caractères morphologiques, la situation dans les globules de ces corpuscules permettent de les identifier aux *anaplasmes* décrits pour la première fois par Theiler, chez les bovins de l'Afrique du Sud.

Nous avons cependant tenu à confirmer le diagnostic microscopique par l'inoculation à deux animaux.

L'un, une vache hollandaise âgée d'une dizaine d'années, reçoit dans la veine 50^{cm^3} de sang d'une génisse malade.

Le 26e jour après l'inoculation l'animal amorce une ascension thermique (39°,4) qui se poursuit les jours suivants (temp. 40°,6) et persiste avec de grandes oscillations pendant 14 jours, c'est-à-dire jusqu'au 40e jour.

L'examen du sang montre de nombreux corps cocciformes intraglobulaires, identiques à ceux observés sur le malade ayant servi à l'inoculation. Le nombre de globules parasités est de 200 pour 1000, la plupart ne renferment qu'un seul élément; quelques-uns (30 pour 1000) en contiennent deux et parfois trois (10 pour 1000).

Le nombre des globules rouges est tombé de 6300000 à 2180000 par millimètre cube. Les lésions sanguines (anisocytose, polychromatophilie, hématies tigrées et nucléées) n'apparaissent que le 32e jour.

Durant l'accès, l'animal, bien qu'ayant conservé l'appétit, s'amaigrit considérablement.

A partir du 40e jour les symptômes s'atténuent : la température redevient normale, le nombre des parasites diminue, les lésions d'anémie disparaissent.

Le deuxième animal inoculé, une génisse hollandaise âgée d'un an, reçoit dans la veine 20^{cm^3} de sang d'une autre génisse malade.

Les symptômes observés sont identiques à ceux déjà décrits pour la vache, avec cette différence que l'hyperthermie a été moins accentuée et l'amaigrissement moins marqué.

L'inoculation a donc pleinement confirmé le diagnostic microscopique, il s'agit bien d'anaplasmes et non de résidus nucléaires.

Ces constatations nous ont paru intéressantes à rapporter parce qu'elles montrent :

1° Qu'il existe en France, dans la région du Sud-Ouest, une *anaplasmose bovine indigène* non encore signalée;

2° Que cette affection ne paraît pas présenter dans notre région, la gravité qu'elle a dans d'autres pays.

Les cas mortels constatés dans la maladie naturelle ne semblent pas dus à l'anaplasmose seule; mais à une association avec une infestation parasitaire du tube digestif et du foie.

La maladie expérimentale s'est traduite par une anémie intense, avec amaigrissement et hyperthermie passagère; mais à aucun moment la vie des animaux n'a été en danger.

La séance est levée à 16h40m.

A. Lx.